

中华人民共和国国家标准

# 民用建筑热工设计规范

Thermal design code for civil building

GB 50176 — 93

主编部门：中华人民共和国建设部

批准部门：中华人民共和国建设部

施行日期：1993年10月1日

## 关于发布国家标准《民用建筑热工设计规范》的通知

建标〔1993〕196号

根据国家计委计综〔1984〕305号文的要求，由中国建筑科学研究院会同有关单位制订的《民用建筑热工设计规范》，已经有关部门会审，现批准《民用建筑热工设计规范》GB50176—93为强制性国家标准，自一九九三年十月一日起施行。

本标准由建设部负责管理，具体解释等工作由中

国建筑科学研究院负责，出版发行由建设部标准定额研究所负责组织。

中华人民共和国建设部  
一九九三年三月十七日

### 编 制 说 明

本规范是根据国家计委计综〔1984〕305号文的要求，由中国建筑科学研究院负责主编，并会同有关单位共同编制而成。

本规范在编制过程中，规范编制组进行了广泛的调查研究，认真总结了我国建国以来在建筑热工科研和设计方面的实践经验，参考了有关国际标准和国外先进标准，针对主要技术问题开展了科学研究与试验验证工作，并广泛征求了全国有关单位的意见。最后，由我部会同有关部门审查定稿。

鉴于本规范系初次编制，在执行过程中，希望各单位结合工程实践和科学研究，认真总结经验，注意积累资料，如发现需要修改和补充之处，请将意见和有关资料寄交中国建筑科学研究院建筑物理研究所（地址：北京车公庄大街19号，邮政编码：100044），以供今后修订时参考。

中华人民共和国建设部  
1993年1月

# 目 录

主要符号 .....	1—2—4	第六章 采暖建筑围护结构	
第一章 总则 .....	1—2—5	防潮设计 .....	1—2—10
第二章 室外计算参数 .....	1—2—5	第一节 围护结构内部冷凝受潮验算 .....	1—2—10
第三章 建筑热工设计要求 .....	1—2—5	第二节 围护结构防潮措施 .....	1—2—11
第一节 建筑热工设计分区及		附录一 名词解释 .....	1—2—11
设计要求 .....	1—2—5	附录二 建筑热工设计计算	
第二节 冬季保温设计要求 .....	1—2—5	公式及参数 .....	1—2—13
第三节 夏季防热设计要求 .....	1—2—6	附录三 室外计算参数 .....	1—2—19
第四节 空调建筑热工设计要求 .....	1—2—6	附录四 建筑材料热物理性能	
第四章 围护结构保温设计 .....	1—2—6	计算参数 .....	1—2—24
第一节 围护结构最小传热阻的确定 .....	1—2—6	附录五 窗墙面积比与外墙允许	
第二节 围护结构保温措施 .....	1—2—7	最小传热阻的对应关系 .....	1—2—27
第三节 热桥部位内表面温度验算及		附录六 围护结构保温的	
保温措施 .....	1—2—7	经济评价 .....	1—2—28
第四节 窗户保温性能、气密性和		附录七 法定计量单位与习用	
面积的规定 .....	1—2—8	非法定计量单位换算表 .....	1—2—29
第五节 采暖建筑地面热工要求 .....	1—2—9	附录八 全国建筑热工	
第五章 围护结构隔热设计 .....	1—2—9	设计分区图 .....	1—2—29
第一节 围护结构隔热设计要求 .....	1—2—9	附加说明 .....	1—2—30
第二节 围护结构隔热措施 .....	1—2—10		

## 主 要 符 号

$A_{te}$ ——室外计算温度波幅	$t_i$ ——室内计算温度
$A_{ti}$ ——室内计算温度波幅	$t_d$ ——露点温度
$A_{\theta}$ ——内表面温度波幅	$t_w$ ——采暖室外计算温度
$\alpha$ ——导温系数, 导热系数和蓄热系数的修正系数	$t_{se}$ ——室外综合温度
$B$ ——地面吸热指数	$[\Delta t]$ ——室内空气与内表面之间的允许温差
$b$ ——材料层的热渗透系数	$Y_e$ ——外表面蓄热系数
$c$ ——比热容	$Y_i$ ——内表面蓄热系数
$D$ ——热惰性指标	$Z$ ——采暖期天数
$D_{di}$ ——采暖期日数	$\alpha_e$ ——外表面换热系数
$F$ ——传热面积	$\alpha_i$ ——内表面换热系数
$H$ ——蒸汽渗透阻	$\theta$ ——表面温度, 内部温度
$I$ ——太阳辐射照度	$\theta_{i, \max}$ ——内表面最高温度
$K$ ——传热系数	$\mu$ ——材料蒸汽渗透系数
$P_e$ ——室外空气水蒸气分压力	$v_0$ ——衰减倍数
$P_i$ ——室内空气水蒸气分压力	$v_i$ ——室内空气到内表面的衰减倍数
$R$ ——热阻	$\xi_0$ ——延迟时间
$R_0$ ——传热阻	$\xi_i$ ——室内空气到内表面的延迟时间
$R_{0, \min}$ ——最小传热阻	$\rho$ ——太阳辐射吸收系数
$R_{0, E}$ ——经济传热阻	$\rho_0$ ——材料干密度
$R_e$ ——外表面换热阻	$\varphi$ ——空气相对湿度
$R_i$ ——内表面换热阻	$\omega$ ——材料湿度或含水率
$S$ ——材料蓄热系数	$[\Delta \omega]$ ——保温材料重量湿度允许增量
$t_e$ ——室外计算温度	$\lambda$ ——材料导热系数

## 第一章 总 则

**第 1.0.1 条** 为使民用建筑热工设计与地区气候相适应, 保证室内基本的热环境要求, 符合国家节约能源的方针, 提高投资效益, 制订本规范。

**第 1.0.2 条** 本规范适用于新建、扩建和改建的民用建筑热工设计。

本规范不适用于地下建筑、室内温湿度有特殊要求和特殊用途的建筑, 以及简易的临时性建筑。

**第 1.0.3 条** 建筑热工设计, 除应符合本规范要求外, 尚应符合国家现行的有关标准、规范的要求。

## 第二章 室外计算参数

**第 2.0.1 条** 围护结构根据其热惰性指标  $D$  值分成四种类型, 其冬季室外计算温度  $t_e$  应按表 2.0.1 的规定取值。

围护结构冬季室外计算温度  $t_e$  ( $^{\circ}\text{C}$ )

表 2.0.1

类型	热惰性指标 $D$ 值	$t_e$ 的取值
I	$>6.0$	$t_e = t_w$
II	$4.1 \sim 6.0$	$t_e = 0.6t_w + 0.4t_{e,\min}$
III	$1.6 \sim 4.0$	$t_e = 0.3t_w + 0.7t_{e,\min}$
IV	$\leq 1.5$	$t_e = t_{e,\min}$

注: ①热惰性指标  $D$  值应按本规范附录二中 (二) 的规定计算。

② $t_w$  和  $t_{e,\min}$  分别为采暖室外计算温度和累年最低一个日平均温度。

③冬季室外计算温度  $t_e$  应取整数。

④全国主要城市四种类型围护结构冬季室外计算温度  $t_e$  值, 可按本规范附录三附表 3.1 采用。

**第 2.0.2 条** 围护结构夏季室外计算温度平均值  $\bar{t}_{e, \text{max}}$ , 应按历年最热一天的日平均温度的平均值确定。围护结构夏季室外计算温度最高值  $t_{e, \text{max}}$ , 应按历年最热一天的最高温度的平均值确定。围护结构夏季室外计算温度波幅值  $A_{te}$ , 应按室外计算温度最高值  $t_{e, \text{max}}$  与室外计算温度平均值  $\bar{t}_e$  的差值确定。

注: 全国主要城市的  $\bar{t}_e$ 、 $t_{e, \text{max}}$  和  $A_{te}$  值, 可按本规范附录三附表 3.2 采用。

**第 2.0.3 条** 夏季太阳辐射照度应取各地历年七月份最大直射辐射日总量和相应日期总辐射日总量的累年平均值, 通过计算分别确定东、南、西、北垂直面和水平面上逐时的太阳辐射照度及昼夜平均值。

注: 全国主要城市夏季太阳辐射照度可按本规范附录三附表 3.3 采用。

## 第三章 建筑热工设计要求

### 第一节 建筑热工设计分区及设计要求

**第 3.1.1 条** 建筑热工设计应与地区气候相适应。建筑热工设计分区及设计要求应符合表 3.1.1 的规定。全国建筑热工设计分区应按本规范附图 8.1 采用。

建筑热工设计分区及设计要求 表 3.1.1

分区名称	分 区 指 标		设计 要 求
	主要指标	辅助指标	
严寒地区	最冷月平均温度 $\leq -10^{\circ}\text{C}$	日平均温度 $\leq 5^{\circ}\text{C}$ 的天数 $\geq 145\text{d}$	必须充分满足冬季保温要求, 一般可不考虑夏季防热
寒冷地区	最冷月平均温度 $0 \sim -10^{\circ}\text{C}$	日平均温度 $\leq 5^{\circ}\text{C}$ 的天数 $90 \sim 145\text{d}$	应满足冬季保温要求, 部分地区兼顾夏季防热
夏热冬冷地区	最冷月平均温度 $0 \sim 10^{\circ}\text{C}$ , 最热月平均温度 $25 \sim 30^{\circ}\text{C}$	日平均温度 $\leq 50^{\circ}\text{C}$ 的天数 $0 \sim 90\text{d}$ , 日平均温度 $\geq 25^{\circ}\text{C}$ 的天数 $40 \sim 110\text{d}$	必须满足夏季防热要求, 适当兼顾冬季保温
夏热冬暖地区	最冷月平均温度 $> 10^{\circ}\text{C}$ , 最热月平均温度 $25 \sim 29^{\circ}\text{C}$	日平均温度 $\geq 25^{\circ}\text{C}$ 的天数 $100 \sim 200\text{d}$	必须充分满足夏季防热要求, 一般可不考虑冬季保温
温和地区	最冷月平均温度 $0 \sim 13^{\circ}\text{C}$ , 最热月平均温度 $18 \sim 25^{\circ}\text{C}$	日平均温度 $\leq 5^{\circ}\text{C}$ 的天数 $0 \sim 90\text{d}$	部分地区应考虑冬季保温, 一般可不考虑夏季防热

### 第二节 冬季保温设计要求

**第 3.2.1 条** 建筑物宜设在避风和向阳的地段。

**第 3.2.2 条** 建筑物的体形设计宜减少外表面积, 其平、立面的凹凸面不宜过多。

**第 3.2.3 条** 居住建筑, 在严寒地区不应设开敞

式楼梯间和开敞式外廊；在寒冷地区不宜设开敞式楼梯间和开敞式外廊。公共建筑，在严寒地区出入口处应设门斗或热风幕等避风设施；在寒冷地区出入口处宜设门斗或热风幕等避风设施。

**第 3.2.4 条** 建筑物外部窗户面积不宜过大，应减少窗户缝隙长度，并采取密闭措施。

**第 3.2.5 条** 外墙、屋顶、直接接触室外空气的楼板和采暖楼梯间的隔墙等围护结构，应进行保温验算，其传热阻应大于或等于建筑物所在地区要求的最小传热阻。

**第 3.2.6 条** 当有散热器、管道、壁龛等嵌入外墙时，该处外墙的传热阻应大于或等于建筑物所在地区要求的最小传热阻。

**第 3.2.7 条** 围护结构中的热桥部位应进行保温验算，并采取保温措施。

**第 3.2.8 条** 严寒地区居住建筑的底层地面，在其周边一定范围内应采取保温措施。

**第 3.2.9 条** 围护结构的构造设计应考虑防潮要求。

### 第三节 夏季防热设计要求

**第 3.3.1 条** 建筑物的夏季防热应采取自然通风、窗户遮阳、围护结构隔热和环境绿化等综合性措施。

**第 3.3.2 条** 建筑物的总体布置，单体的平、剖面设计和门窗的设置，应有利于自然通风，并尽量避免主要房间受东、西向的日晒。

**第 3.3.3 条** 建筑物的向阳面，特别是东、西向窗户，应采取有效的遮阳措施。在建筑设计中，宜结合外廊、阳台、挑檐等处理方法达到遮阳目的。

**第 3.3.4 条** 屋顶和东、西向外墙的内表面温度，应满足隔热设计标准的要求。

**第 3.3.5 条** 为防止潮霉季节湿空气在地面冷凝泛潮，居室、托幼园所等场所的地面下部宜采取保温措施或架空做法，地面面层宜采用微孔吸湿材料。

### 第四节 空调建筑热工设计要求

**第 3.4.1 条** 空调建筑或空调房间应尽量避免东、西朝向和东、西向窗户。

**第 3.4.2 条** 空调房间应集中布置、上下对齐。温湿度要求相近的空调房间宜相邻布置。

**第 3.4.3 条** 空调房间应避免布置在有两面相邻外墙的转角处和有伸缩缝处。

**第 3.4.4 条** 空调房间应避免布置在顶层；当必须布置在顶层时，屋顶应有良好的隔热措施。

**第 3.4.5 条** 在满足使用要求的前提下，空调房间的净高宜降低。

**第 3.4.6 条** 空调建筑的外表面积宜减少，外表面宜采用浅色饰面。

**第 3.4.7 条** 建筑物外部窗户当采用单层窗时，窗墙面积比不宜超过 0.30；当采用双层窗或单框双层玻璃窗时，窗墙面积比不宜超过 0.40。

**第 3.4.8 条** 向阳面，特别是东、西向窗户，应采取热反射玻璃、反射阳光涂膜、各种固定式和活动式遮阳等有效的遮阳措施。

**第 3.4.9 条** 建筑物外部窗户的气密性等级不应低于现行国家标准《建筑外窗空气渗透性能分级及其检测方法》GB 7107 规定的Ⅲ级水平。

**第 3.4.10 条** 建筑物外部窗户的部分窗扇应能开启。当有频繁开启的外门时，应设置门斗或空气幕等防渗透措施。

**第 3.4.11 条** 围护结构的传热系数应符合现行国家标准《采暖通风与空气调节设计规范》GBJ19 规定的要求。

**第 3.4.12 条** 间歇使用的空调建筑，其外围护结构内侧和内围护结构宜采用轻质材料。连续使用的空调建筑，其外围护结构内侧和内围护结构宜采用重质材料。围护结构的构造设计应考虑防潮要求。

## 第四章 围护结构保温设计

### 第一节 围护结构最小传热阻的确定

**第 4.1.1 条** 设置集中采暖的建筑物，其围护结构的传热阻应根据技术经济比较确定，且应符合国家有关节能标准的要求，其最小传热阻应按式计算确定：

$$R_{0,\min} = \frac{(t_i - t_e)n}{[\Delta t]} R_i \quad (4.1.1)$$

式中  $R_{0,\min}$ ——围护结构最小传热阻 ( $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ )；  
 $t_i$ ——冬季室内计算温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )，一般居住建筑，取  $18^{\circ}\text{C}$ ；高级居住建筑，医疗、托幼建筑，取  $20^{\circ}\text{C}$ ；  
 $t_e$ ——围护结构冬季室外计算温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )，按本规范第 2.0.1 条的规定采用；  
 $n$ ——温差修正系数，应按表 4.1.1-1 采用；  
 $R_i$ ——围护结构内表面换热阻 ( $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ )，应按本规范附录二附表 2.2 采用；  
 $[\Delta t]$ ——室内空气与围护结构内表面之间的允许温差 ( $^{\circ}\text{C}$ )，应按表 4.1.1-2 采用。

温差修正系数  $n$  值 表 4.1.1-1

围护结构及其所处情况	温差修正系数 $n$ 值
外墙、平屋顶及与室外空气直接接触的楼板等	1.00
带通风间层的平屋顶、坡屋顶顶棚及与室外空气相通的不采暖地下室上面的楼板等	0.90
与有外门窗的不采暖楼梯间相邻的隔墙： 1~6 层建筑 7~30 层建筑	0.60 0.50
不采暖地下室上面的楼板： 外墙上无窗户时 外墙上无窗户且位于室外地坪以上时 外墙上无窗户且位于室外地坪以下时	0.75 0.60 0.40
与有外门窗的不采暖房间相邻的隔墙 与无外门窗的不采暖房间相邻的隔墙	0.70 0.40
伸缩缝、沉降缝墙 抗震缝墙	0.30 0.70

室内空气与围护结构内表面之间的允许温差  $[\Delta t]$  ( $^{\circ}\text{C}$ )

表 4.1.1-2

建筑物和房间类型	外墙	平屋顶和坡屋顶 屋顶顶棚
居住建筑、医院和幼儿园等	6.0	4.0
办公楼、学校和门诊部等	6.0	4.5
礼堂、食堂和体育馆等	7.0	5.5
室内空气潮湿的公共建筑： 不允许外墙和顶棚内表面结露时 允许外墙内表面结露，但不允许顶棚 内表面结露时	$t_i - t_d$ 7.0	0.8 ( $t_i - t_d$ ) 0.9 ( $t_i - t_d$ )

注：①潮湿房间系指室内温度为  $13\sim 24^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度大于 75%，或室内温度高于  $24^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度大于 60% 的房间。

②表中  $t_i$ 、 $t_d$  分别为室内空气温度和露点温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )。

③对于直接接触室外空气的楼板和采暖地下室上面的楼板，当有人长期停留时，取允许温差  $[\Delta t]$  等于  $2.5^{\circ}\text{C}$ ；当无人长期停留时，取允许温差  $[\Delta t]$  等于  $5.0^{\circ}\text{C}$ 。

第 4.1.2 条 当居住建筑、医院、幼儿园、办公楼、学校和门诊部等建筑物的外墙为轻质材料或内侧复合轻质材料时，外墙的最小传热阻应在按式

(4.1.1) 计算结果的基础上进行附加，其附加值应按表 4.1.2 的规定采用。

轻质外墙最小传热阻的附加值 (%)

表 4.1.2

外墙材料与构造	当建筑物处在连续供热网中时	当建筑物处在间歇供热网中时
密度为 $800\sim 1200\text{kg/m}^3$ 的轻骨料混凝土单一材料墙体	15~20	30~40
密度为 $500\sim 800\text{kg/m}^3$ 的轻混凝土单一材料墙体；外侧为砖或混凝土、内侧复合轻混凝土的墙体	20~30	40~60
平均密度小于 $500\text{kg/m}^3$ 的轻质复合墙体；外侧为砖或混凝土、内侧复合轻质材料（如岩棉、矿棉、石膏板等）墙体	30~40	60~80

第 4.1.3 条 处在寒冷和夏热冬冷地区，且设置集中采暖的居住建筑和医院、幼儿园、办公楼、学校、门诊部等公共建筑，当采用Ⅲ型和Ⅳ型围护结构时，应对其屋顶和东、西外墙进行夏季隔热验算。如按夏季隔热要求的传热阻大于按冬季保温要求的最小传热阻，应按夏季隔热要求采用。

## 第二节 围护结构保温措施

第 4.2.1 条 提高围护结构热阻值可采取下列措施：

一、采用轻质高效保温材料与砖、混凝土或钢筋混凝土等材料组成的复合结构。

二、采用密度为  $500\sim 800\text{kg/m}^3$  的轻混凝土和密度为  $800\sim 1200\text{kg/m}^3$  的轻骨料混凝土作为单一材料墙体。

三、采用多孔粘土空心砖或多排孔轻骨料混凝土空心砌块墙体。

四、采用封闭空气间层或带有铝箔的空气间层。

第 4.2.2 条 提高围护结构热稳定性可采取下列措施：

一、采用复合结构时，内外侧宜采用砖、混凝土或钢筋混凝土等重质材料，中间复合轻质保温材料。

二、采用加气混凝土、泡沫混凝土等轻混凝土单一材料墙体时，内外侧宜作水泥砂浆抹面层或其他重质材料饰面层。

## 第三节 热桥部位内表面温度验算及保温措施

第 4.3.1 条 围护结构热桥部位的内表面温度不应低于室内空气露点温度。

第 4.3.2 条 在确定室内空气露点温度时,居住建筑和公共建筑的室内空气相对湿度均应按 60% 采用。

第 4.3.3 条 围护结构中常见五种形式热桥 (见图 4.3.3) 其内表面温度应按下列规定验算:

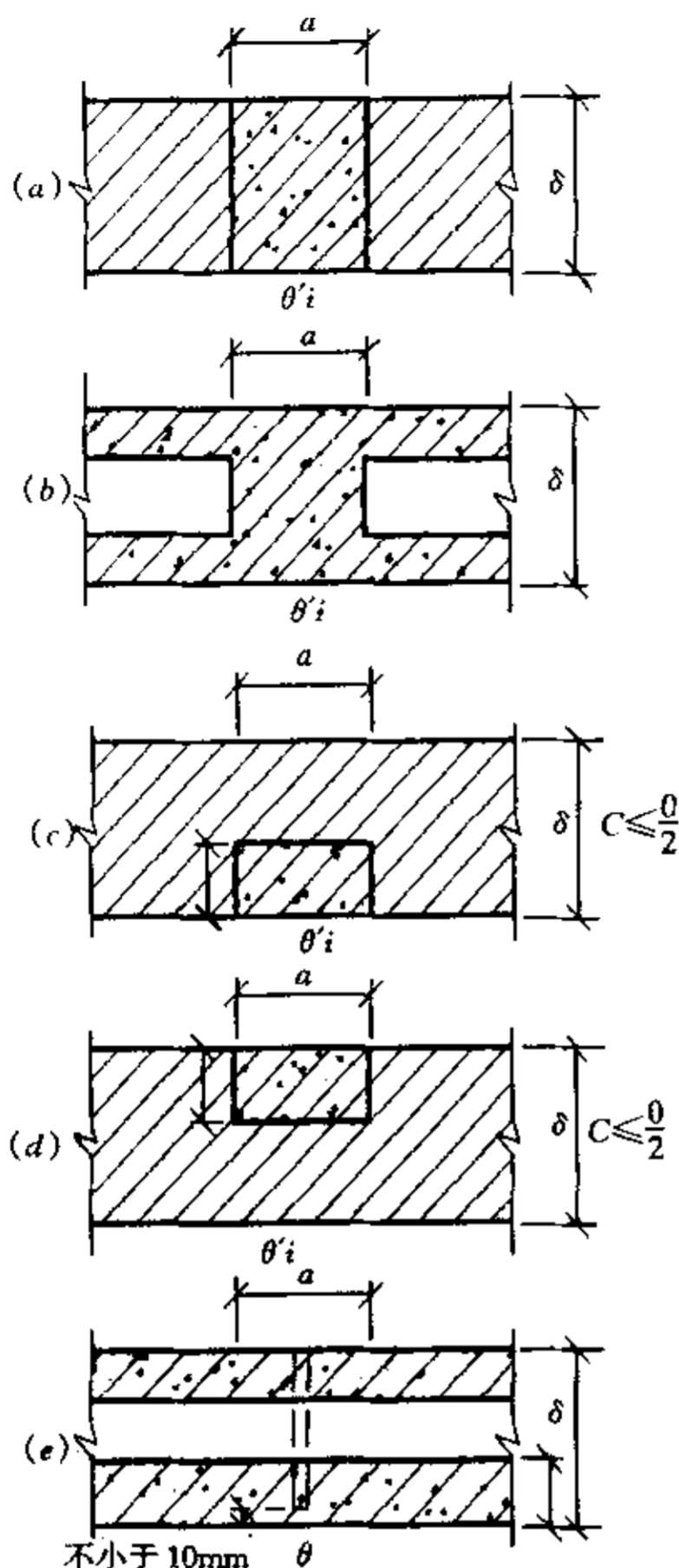


图 4.3.3 常见五种形式热桥

一、当肋宽与结构厚度比  $\alpha/\delta$  小于或等于 1.5 时,

$$\theta'_i = t_i - \frac{R'_0 + \eta(R_0 - R'_0)}{R'_0 \cdot R_0} R_i (t_i - t_e) \quad (4.3.3-1)$$

式中  $\theta'_i$ ——热桥部位内表面温度 (°C);

$t_i$ ——室内计算温度 (°C);

$t_e$ ——室外计算温度 (°C), 应按本规范附录三附表 3.1 中 I 型围护结构的室外计算温度采用;

$R_0$ ——非热桥部位的传热阻 ( $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ );

$R'_0$ ——热桥部位的传热阻 ( $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ );

$R_i$ ——内表面换热阻, 取  $0.11 \text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ ;

$\eta$ ——修正系数, 应根据比值  $\alpha/\delta$ , 按表 4.3.3-1 或表 4.3.3-2 采用。

二、当肋宽与结构厚度比  $\alpha/\delta$  大于 1.5 时,

1—2—8

$$\theta'_i = t_i - \frac{t_i - t_e}{R'_0} R_i \quad (4.3.3-2)$$

修正系数  $\eta$  值 表 4.3.3-1

热桥形式	肋宽与结构厚度比 $\alpha/\delta$								
	0.02	0.06	0.10	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	1.50
(1)	0.12	0.24	0.38	0.55	0.74	0.83	0.87	0.90	0.95
(2)	0.07	0.15	0.26	0.42	0.62	0.73	0.81	0.85	0.94
(3)	0.25	0.50	0.96	1.26	1.27	1.21	1.16	1.10	1.00
(4)	0.04	0.10	0.17	0.32	0.50	0.62	0.71	0.77	0.89

修正系数  $\eta$  值 表 4.3.3-2

热桥形式	$\delta_i/\delta$	肋宽与结构厚度比 $\alpha/\delta$							
		0.04	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.18
	0.50	0.011	0.025	0.044	0.071	0.102	0.136	0.170	0.205
(5)	0.25	0.006	0.014	0.025	0.040	0.054	0.074	0.092	0.112

注:  $\alpha/\delta$  的中间值可用内插法确定。

第 4.3.4 条 单一材料外墙角处的内表面温度和内侧最小附加热阻, 应按下列公式计算:

$$\theta'_i = t_i - \frac{t_i - t_e}{R_0} \cdot R_i \xi \quad (4.3.4-1)$$

$$R_{ad, min} = (t_i - t_e) \left( \frac{1}{t_i - t_d} - \frac{1}{t_i - \theta'_i} \right) R_i \quad (4.3.4-2)$$

式中  $\theta'_i$ ——外墙角处内表面温度 (°C);

$R_{ad, min}$ ——内侧最小附加热阻 ( $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ );

$t_i$ ——室内计算温度 (°C);

$t_e$ ——室外计算温度 (°C), 按本规范附录三附表 3.1 中 I 型围护结构的室外计算温度采用;

$t_d$ ——室内空气露点温度 (°C);

$R_i$ ——外墙角处内表面换热阻, 取  $0.11 \text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ ;

$R_0$ ——外墙传热阻 ( $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ );

$\xi$ ——比例系数, 根据外墙热阻  $R$  值, 按表 4.3.4 采用。

比例系数  $\xi$  值 表 4.3.4

外墙热阻 $R$ ( $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ )	比例系数 $\xi$
0.10~0.40	1.42
0.41~0.49	1.72
0.50~1.50	1.73

第 4.3.5 条 除第 4.3.3 条中常见五种形式热桥外, 其他形式热桥的内表面温度应进行温度场验算。当其内表面温度低于室内空气露点温度时, 应在热桥部位的外侧或内侧采取保温措施。

#### 第四节 窗户保温性能、气密性和面积的规定

第 4.4.1 条 窗户的传热系数应按经国家计量认证的质检机构提供的测定值采用; 如无上述机构提供的测定值时, 可按表 4.4.1 采用。

窗户的传热系数 表 4.4.1

窗框材料	窗户类型	空气层厚度 (mm)	窗框窗洞面积比 (%)	传热系数 $K(W/m^2 \cdot K)$
钢、铝	单层窗	—	20~30	6.4
	单框双玻窗	12	20~30	3.9
		16	20~30	3.7
		20~30	20~30	3.6
	双层窗	100~140	20~30	3.0
木、塑料	单层+单框双玻窗	100~140	20~30	2.5
	单层窗	—	30~40	4.7
	单框双玻窗	12	30~40	2.7
		16	30~40	2.6
		20~30	30~40	2.5
	双层窗	100~140	30~40	2.3
	单层+单框双玻窗	100~140	30~40	2.0

注：①本表中的窗户包括一般窗户、天窗和阳台门上部带玻璃部分。  
 ②阳台门下部门肚板部分的传热系数，当下部不作保温处理时，应按表中值采用；当作保温处理时，应按计算确定。  
 ③本表中未包括的新型窗户，其传热系数应按测定值采用。

**第 4.4.2 条** 居住建筑和公共建筑外部窗户的保温性能，应符合下列规定：

一、严寒地区各朝向窗户，不应低于现行国家标准《建筑外窗保温性能分级及其检测方法》GB8484 规定的Ⅱ级水平。

二、寒冷地区各朝向窗户，不应低于上述标准规定的Ⅴ级水平；北向窗户，宜达到上述标准规定的Ⅳ级水平。

**第 4.4.3 条** 阳台门下部门肚板部分的传热系数，严寒地区应小于或等于  $1.35W/(m^2 \cdot K)$ ；寒冷地区应小于或等于  $1.72W/(m^2 \cdot K)$ 。

**第 4.4.4 条** 居住建筑和公共建筑窗户的气密性，应符合下列规定：

一、在冬季室外平均风速大于或等于  $3.0m/s$  的地区，对于 1~6 层建筑，不应低于现行国家标准《建筑外窗空气渗透性能分级及其检测方法》GB7107 规定的Ⅲ级水平；对于 7~30 层建筑，不应低于上述标准规定的Ⅱ级水平。

二、在冬季室外平均风速小于  $3.0m/s$  的地区，对于 1~6 层建筑，不应低于上述标准规定的Ⅳ级水平；对于 7~30 层建筑，不应低于上述标准规定的Ⅲ级水平。

**第 4.4.5 条** 居住建筑各朝向的窗墙面积比应符合下列规定：

一、当外墙传热阻达到按式 (4.1.1) 计算确定的最小传热阻时，北向窗墙面积比，不应大于 0.20；东、西向，不应大于 0.25（单层窗）或 0.30（双层窗）；南向，不应大于 0.35。

二、当建筑设计上需要增大窗墙面积比或实际采用的外墙传热阻大于按式 (4.1.1) 计算确定的最小传热阻时，所采用的窗墙面积比和外墙传热阻应符合本规范附录五的规定。

## 第五节 采暖建筑地面热工要求

**第 4.5.1 条** 采暖建筑地面的热工性能，应根据地面的吸热指数  $B$  值，按表 4.5.1 的规定，划分成三个类别。

采暖建筑地面热工性能类别 表 4.5.1

地面热工性能类别	$B$ 值 [ $W/(m^2 \cdot h^{1/2} \cdot K)$ ]
I	<17
II	17~23
III	>23

注：地面吸热指数  $B$  值应按本规范附录二中 (三) 的规定计算。

**第 4.5.2 条** 不同类型采暖建筑对地面热工性能的要求，应符合表 4.5.2 的规定。

### 不同类型采暖建筑对地面热工性能的要求

表 4.5.2

采暖建筑类型	对地面热工性能的要求
高级居住建筑、幼儿园、托儿所、疗养院等	宜采用Ⅰ类地面
一般居住建筑、办公楼、学校等	可采用Ⅱ类地面
临时逗留用房及室温高于 $23^{\circ}C$ 的采暖房间	可采用Ⅲ类地面

**第 4.5.3 条** 严寒地区采暖建筑的底层地面，当建筑物周边无采暖管沟时，在外墙内侧  $0.5 \sim 1.0m$  范围内应铺设保温层，其热阻不应小于外墙的热阻。

## 第五章 围护结构隔热设计

### 第一节 围护结构隔热设计要求

**第 5.1.1 条** 在房间自然通风情况下，建筑物的屋顶和东、西外墙的内表面最高温度，应满足下式要求：

$$t_{i \cdot \max} \leq t_{e \cdot \max} \quad (5.1.1)$$

式中  $\theta_{i \cdot \max}$ ——围护结构内表面最高温度 (°C), 应按本规范附录二中 (八) 的规定计算;

$t_{e \cdot \max}$ ——夏季室外计算温度最高值 (°C), 应按本规范附录三附表 3.2 采用。

## 第二节 围护结构隔热措施

第 5.2.1 条 围护结构的隔热可采用下列措施:

一、外表面做浅色饰面, 如浅色粉刷、涂层和面砖等。

二、设置通风间层, 如通风屋顶、通风墙等。通风屋顶的风道长度不宜大于 10m。间层高度以 20cm 左右为宜。基层上面应有 6cm 左右的隔热层。夏季多风地区, 檐口处宜采用兜风构造。

三、采用双排或三排孔混凝土或轻骨料混凝土空心砌块墙体。

四、复合墙体的内侧宜采用厚度为 10cm 左右的砖或混凝土等重质材料。

五、设置带铝箔的封闭空气间层。当为单面铝箔空气间层时, 铝箔宜设在温度较高的一侧。

六、蓄水屋顶。水面宜有水浮莲等浮生植物或白色漂浮物。水深宜为 15~20cm。

七、采用有土和无土植被屋顶, 以及墙面垂直绿化等。

## 第六章 采暖建筑围护结构防潮设计

### 第一节 围护结构内部冷凝受潮验算

第 6.1.1 条 外侧有卷材或其他密闭防水层的平屋顶结构, 以及保温层外侧有密实保护层的多层墙体结构, 当内侧结构层为加气混凝土和砖等多孔材料时, 应进行内部冷凝受潮验算。

第 6.1.2 条 采暖期间, 围护结构中保温材料因内部冷凝受潮而增加的重量湿度允许增量, 应符合表 6.1.2 的规定。

采暖期间保温材料重量

湿度的允许增量  $[\Delta\omega]$  (%) 表 6.1.2

保温材料总称	重量湿度允许增量 ( $\Delta\omega$ )
多孔混凝土(泡沫混凝土、加气混凝土等), $\rho_0 = 500 \sim 700 \text{kg/m}^3$	4
水泥膨胀珍珠岩和水泥膨胀蛭石等, $\rho_0 = 300 \sim 500 \text{kg/m}^3$	6
沥青膨胀珍珠岩和沥青膨胀蛭石等, $\rho_0 = 300 \sim 400 \text{kg/m}^3$	7
水泥纤维板	5
矿棉、岩棉、玻璃棉及其制品(板或毡)	3
聚苯乙烯泡沫塑料	15
矿渣和炉渣填料	2

第 6.1.3 条 根据采暖期间围护结构中保温材料重量湿度的允许增量, 冷凝计算界面内侧所需的蒸汽渗透阻应按下式计算:

$$H_{0,i} = \frac{P_i - P_{s,e}}{\frac{10\rho_0\delta_i[\Delta\omega]}{24Z} + \frac{P_{s,e} - P_e}{H_{0,e}}}$$

式中  $H_{0,i}$ ——冷凝计算界面内侧所需的蒸汽渗透阻 ( $\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{Pa/g}$ );

$H_{0,e}$ ——冷凝计算界面至围护结构外表面之间的蒸汽渗透阻 ( $\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{Pa/g}$ );

$P_i$ ——室内空气水蒸气分压为 (Pa), 根据室内计算温度和相对湿度确定;

$P_e$ ——室外空气水蒸气分压力 (Pa), 根据本规范附录三附表 3.1 查得的采暖期室外平均温度和平均相对湿度确定;

$P_{s,e}$ ——冷凝计算界面处与界面温度  $\theta_e$  对应的饱和水蒸气分压力 (Pa);

$Z$ ——采暖期天数, 应符合本规范附录三附表 3.1 的规定;

$[\Delta\omega]$ ——采暖期间保温材料重量湿度的允许增量 (%), 应按表 6.1.2 中的数值直接采用;

$\rho_0$ ——保温材料的干密度 ( $\text{kg/m}^3$ );

$\delta_i$ ——保温材料厚度 (m)。

第 6.1.4 条 冷凝计算界面温度应按下式计算:

$$\theta_e = t_i - \frac{t_i - t_e}{R_0} (R_i + R_{0,i}) \quad (6.1.4)$$

式中  $\theta_e$ ——冷凝计算界面温度 (°C);

$t_i$ ——室内计算温度 (°C);

$t_e$ ——采暖期室外平均温度 (°C), 应符合本规范附录三附表 3.1 的规定;

$R_0$ 、 $R_i$ ——分别为围护结构传热阻和内表面换热阻 ( $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$ );

$R_{0,i}$ ——冷凝计算界面至围护结构内表面之间的热阻 ( $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$ )。

第 6.1.5 条 冷凝计算界面的位置, 应取保温层与外侧密实材料层的交界处 (见图 6.1.5)。

第 6.1.6 条 对于不设通风口的坡屋顶, 其顶棚部分的蒸汽渗透阻应符合下式要求:

$$H_{0,i} > 1.2(P_i - P_e) \quad (6.1.6)$$

式中  $H_{0,i}$ ——顶棚部分的蒸汽渗透阻 ( $\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{Pa/g}$ );

$P_i$ 、 $P_e$ ——分别为室内和室外空气水蒸气分压力 (Pa)。

第 6.1.7 条 围护结构材料层的蒸汽渗透阻应按下式计算:

名词解释 附表 1.1

名 词	曾用名词	名 词 解 释
历 年		逐年，特指整编气象资料时，所采用的以往一段连续年份中的每一年
累 年	历 年	多年，特指整编气象资料时，所采用的以往一段连续年份（不少于3年）的累计
设计计算用采暖期天数		累年日平均温度低于或等于5℃的天数。这一天数仅用于建筑热工设计计算，故称设计计算用采暖期天数。各地实际的采暖期天数，应按当地行政或主管部门的规定执行
采暖期日数		室内温度18℃与采暖期室外平均温度之间的温差值乘以采暖期天数
地方太阳时	当地太阳时	以太阳正对当地子午线的时刻为中午12时所推算出的时间
太阳辐射照度	太阳辐射强度	以太阳为辐射源，在某一表面上形成的辐射照度
导热系数		在稳态条件下，1m厚的物体，两侧表面温差为1℃，1h内通过1m <sup>2</sup> 面积传递的热量
比热容	比 热	1kg的物质，温度升高或降低1℃所需吸收或放出的热量
密 度	容 量	1m <sup>3</sup> 的物体所具有质量
材料蓄热系数		当某一足够厚度单一材料层一侧受到谐波热作用时，表面温度将按同一周期波动，通过表面的热流波幅与表面温度波幅的比值。其值越大，材料的热稳定性越好
表面蓄热系数		在周期性热作用下，物体表面温度升高或降低1℃时，在1h内，1m <sup>2</sup> 表面积贮存或释放的热量
导温系数	热扩散系数	材料的导热系数与其比热容和密度乘积的比值。表征物体在加热或冷却时各部分温度趋于一致的能力。其值越大，温度变化的速度越快

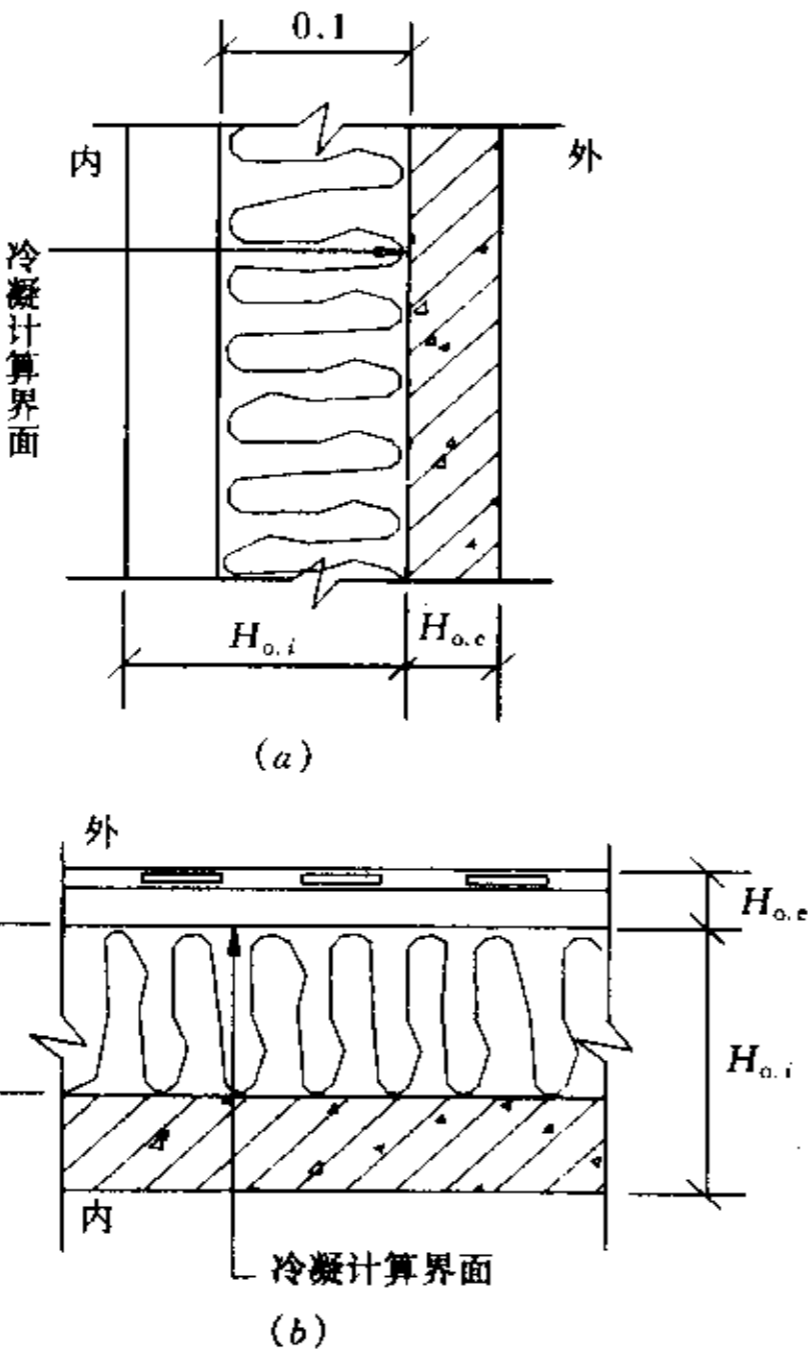


图 6.1.5 冷凝计算界面

$$H = \frac{\delta}{\mu} \tag{6.1.7}$$

式中  $H$ ——材料层的蒸汽渗透阻 ( $\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{Pa} / \text{g}$ );  
 $\delta$ ——材料层的厚度 ( $\text{m}$ );  
 $\mu$ ——材料的蒸汽渗透系数 [ $\text{g} / (\text{m} \cdot \text{h} \cdot \text{Pa})$ ],  
应按本规范附录四附表 4.1 采用。  
注：①多层结构的蒸汽渗透阻应按各层蒸汽渗透阻之和确定。  
②封闭空气间层的蒸汽渗透阻取零。  
③某些薄片材料和涂层的蒸汽渗透阻应按本规范附录四附表 4.3 采用。

第二节 围护结构防潮措施

第 6.2.1 条 采用多层围护结构时，应将蒸汽渗透阻较大的密实材料布置在内侧，而将蒸汽渗透阻较小的材料布置在外侧。

第 6.2.2 条 外侧有密实保护层或防水层的多层围护结构，经内部冷凝受潮验算而必须设置隔汽层时，应严格控制保温层的施工湿度，或采用预制板状或块状保温材料，避免湿法施工和雨天施工，并保证隔汽层的施工质量。对于卷材防水屋面，应有与室外空气相通的排湿措施。

第 6.2.3 条 外侧有卷材或其他密闭防水层，内侧为钢筋混凝土屋面板的平屋顶结构，如经内部冷凝受潮验算不需设隔汽层，则应确保屋面板及其接缝的密实性，达到所需的蒸汽渗透阻。

续表

名 词	曾用名词	名 词 解 释
围护结构		建筑物及房间各面的围挡物。它分透明和不透明两部分：不透明的围护结构有墙、屋顶和楼板等；透明围护结构有窗户、天窗和阳台门等。按是否同室外空气直接接触，又可分外围护结构和内围护结构
外 围 护 结 构		同室外空气直接接触的围护结构，如外墙、屋顶、楼板、外门和外窗等
内 围 护 结 构		不同室外空气直接接触的围护结构，如隔墙、楼板、内门和内窗等
热 阻		表征围护结构本身或其中某层材料阻抗传热能力的物理量
内 表 面 换 热 系 数	内表面热转移系数	围护结构内表面温度与室内空气温度之差为 $1^{\circ}\text{C}$ ，1h 内通过 $1\text{m}^2$ 表面积传递的热量
内 表 面 换 热 阻	内表面热转移阻	内表面换热系数的倒数
外 表 面 换 热 系 数	外表面热转移系数	围护结构外表面温度与室外空气温度之差为 $1^{\circ}\text{C}$ ，1h 内通过 $1\text{m}^2$ 表面积传递的热量
外 表 面 换 热 阻	外表面热转移阻	外表面换热系数的倒数
传热系数	总传热系数	在稳态条件下，围护结构两侧空气温度为 $1^{\circ}\text{C}$ ，1h 内通过 $1\text{m}^2$ 面积传递的热量
传 热 阻	总 热 阻	表征围护结构（包括两侧表面空气边界层）阻抗传热能力的物理量。为传热系数的倒数
最小传热阻	最小总热阻	特指设计计算中容许采用的围护结构传热阻的下限值。规定最小传热阻的目的，是为了限制通过围护结构的传热量过大，防止内表面冷凝，以及限制内表面与人体之间的辐射换热量过大而使人体受凉

续表

名 词	曾用名词	名 词 解 释
经济传热阻	经济热阻	围护结构单位面积的建造费用（初次投资的折旧费）与使用费用（由围护结构单位面积分摊的采暖运行费和设备折旧费）之和达到最小值时的传热阻
热惰性指标 ( $D$ 值)		表征围护结构对温度波衰减快慢程度的无量纲指标。单一材料围护结构， $D = RS$ ；多层材料围护结构， $D = \sum RS$ 。式中 $R$ 为围护结构材料层的热阻， $S$ 为相应材料层的蓄热系数。 $D$ 值越大，温度波在其中衰减越快，围护结构的热稳定性越好
围护结构的热稳定性		在周期性热作用下，围护结构本身抵抗温度波动的能力。围护结构的热惰性是影响其热稳定性的主要因素
房间的热稳定性		在室内外周期性热作用，整个房间抵抗温度波动的能力。房间的热稳定性主要取决于内外围护结构的热稳定性
窗墙面积比	窗墙比	窗户洞口面积与房间立面单元面积（即房间层高与开间定位线围成的面积）的比值
温度波幅		当温度呈周期性波动时，最高值或最低值与平均值之差
综合温度		室外空气温度 $t_e$ 与太阳辐射当量温度 $\rho I / \alpha_e$ 之和，即 $t_{\text{sk}} = t_e + \rho I / \alpha_e$ 。式中 $\rho$ 为太阳辐射吸收系数， $I$ 为太阳辐射照度， $\alpha_e$ 为外表面换热系数
衰减倍数	总衰减倍数	围护结构内侧空气温度稳定，外侧受室外综合温度或室外空气温度谐波作用，室外综合温度或室外空气温度谐波波幅与围护结构内表面温度谐波波幅的比值
延迟时间	总延迟时间	围护结构内侧空气温度稳定，外侧受室外综合温度或室外空气温度谐波作用，围护结构内表面温度谐波最高值（或最低值）出现时间与室外综合温度或室外空气温度谐波最高值（或最低值）出现时间的差值
露点温度		在大气压力一定、含湿量不变的情况下，未饱和的空气因冷却而达到饱和状态时的温度

续表		
名 词	曾用名词	名 词 解 释
冷 凝 或 结 露	凝 结	特指围护结构表面温度低于附近空气露点温度时, 表面出现冷凝水的现象
水 蒸 气 分 压 力		在一定温度下湿空气中水蒸气部分所产生的压力
饱和水蒸 气发压力		空气中水蒸气呈饱和状态时水蒸气部分所产生的压力
空 气 相 对 湿 度		空气中实际的水蒸气分压力与同一温度下饱和水蒸气分压力的百分比
蒸 气 渗 透 系 数		1m 厚的物体, 两侧水蒸气分压力差为 1Pa, 1h 内通过 1m <sup>2</sup> 面积渗透的水蒸气量
蒸汽渗透阻		围护结构或某一材料层, 两侧水蒸气分压力差为 1Pa, 通过 1m <sup>2</sup> 面积渗透 1g 水分所需要的时间

## 附录二 建筑热工设计计算公式及参数

### (一) 热阻的计算

#### 1. 单一材料层的热阻应按下式计算:

$$R = \frac{\delta}{\lambda} \quad (\text{附 2.1})$$

式中  $R$ ——材料层的热阻 ( $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ );

$\delta$ ——材料层的厚度 (m);

$\lambda$ ——材料的导热系数 [ $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ], 应按本规范附录四附表 4.1 和表注的规定采用。

#### 2. 多层围护结构的热阻应按下式计算:

$$R = R_1 + R_2 + \cdots + R_n \quad (\text{附 2.2})$$

式中  $R_1 + R_2 + \cdots + R_n$ ——各层材料的热阻 ( $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ ).

3. 由两种以上材料组成的、两向非均质围护结构 (包括各种形式的空心砌块, 填充保温材料的墙体等, 但不包括多孔粘土空心砖), 其平均热阻应按下式计算:

$$\bar{R} = \left[ \frac{F_0}{\frac{F_1}{R_{0.1}} + \frac{F_2}{R_{0.2}} + \cdots + \frac{F_n}{R_{0.n}}} - (R_i + R_e) \right] \varphi \quad (\text{附 2.3})$$

式中  $\bar{R}$ ——平均热阻 ( $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ );

$F_0$ ——与热流方向垂直的总传热面积

( $\text{m}^2$ ) (见附图 2.1);

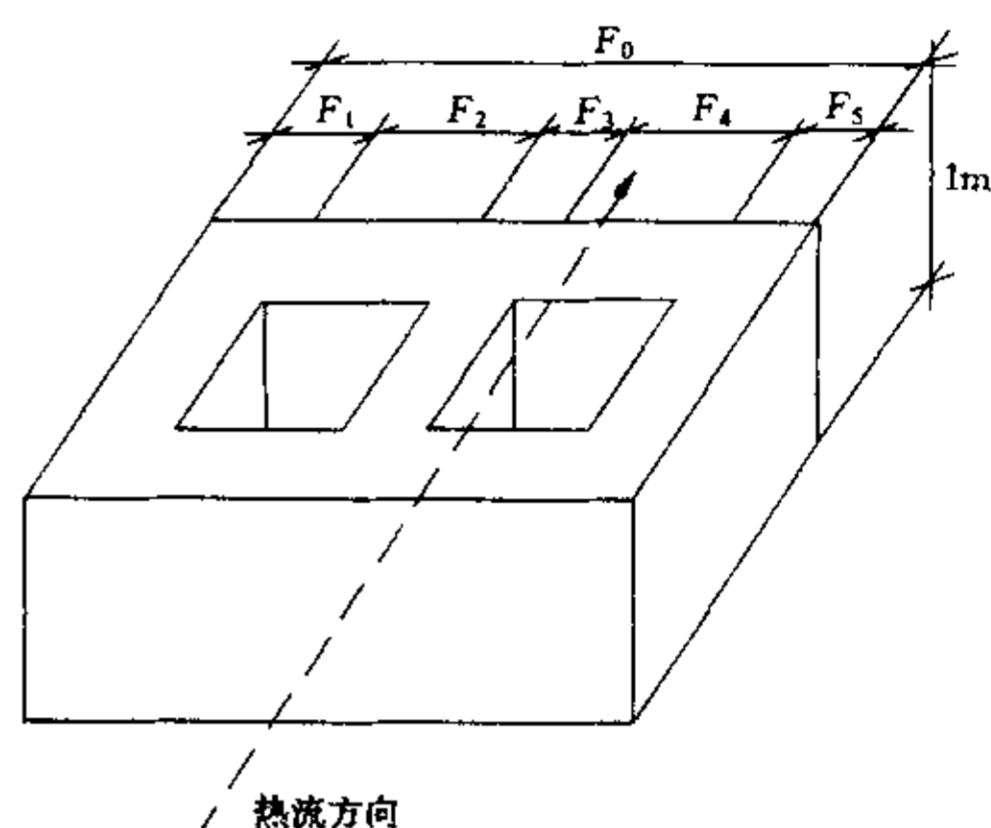
$F_1, F_2, \cdots, F_n$ ——按平行于热流方向划分的各个传热面积 ( $\text{m}^2$ );

$R_{0.1}, R_{0.2}, \cdots, R_{0.n}$ ——各个传热面部位的传热阻 ( $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ );

$R_i$ ——内表面换热阻, 取  $0.11 \text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ ;

$R_e$ ——外表面换热阻, 取  $0.04 \text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ ;

$\varphi$ ——修正系数, 应按本附录附表 2.1 采用。



附图 2.1 计算用图

修正系数  $\varphi$  值

附表 2.1

$\lambda_2/\lambda_1$ 或 $\frac{\lambda_2 + \lambda_3}{2}/\lambda_1$	$\varphi$
0.09~0.10	0.86
0.20~0.39	0.93
0.40~0.69	0.96
0.70~0.99	0.98

注: ①表中  $\lambda$  为材料的导热系数。当围护结构由两种材料组成时,  $\lambda_2$  应取较小值,  $\lambda_1$  应取较大值, 然后求两者的比值。

②当围护结构由三种材料组成, 或有两种厚度不同的空气间层时,  $\varphi$  值应按比值  $\frac{\lambda_2 + \lambda_3}{2}/\lambda_1$  确定。空气间层的  $\lambda$  值, 应按附表 2.4 空气间层的厚度及热阻求得。

③当围护结构中存在圆孔时, 应先将圆孔折算成同面积的方孔, 然后按上述规定计算。

#### 4. 围护结构的传热阻应按下式计算:

$$R_0 = R_i + R + R_e \quad (\text{附 2.4})$$

式中  $R_0$ ——围护结构的传热阻 ( $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ );

$R_i$ ——内表面换热阻 ( $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ ), 应按本附录附表 2.2 采用;

$R_e$ ——外表面换热阻 ( $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ ), 应按本附录附表 2.3 采用;

$R$ ——围护结构热阻 ( $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ ).

### 5. 空气间层热阻的确定:

(1) 不带铝箔、单面铝箔、双面铝箔封闭空气间层的热阻, 应按本附录附表 2.4 采用。

(2) 通风良好的空气间层, 其热阻可不予考虑。这种空气间层的间层温度可取进气温度, 表面换热系数可取  $12.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 。

#### 内表面换热系数 $\alpha_i$ 及内表面换热阻 $R_i$ 值

附表 2.2

适用季节	表面特征	$\alpha_i$ $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	$R_i$ $(\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W})$
冬季和夏季	墙面、地面、表面平整或有肋状突出物的顶棚, 当 $h/s \leq 0.3$ 时	8.7	0.11
	有肋状突出物的顶棚, 当 $h/s > 0.3$ 时	7.6	0.13

注: 表中  $h$  为肋高,  $s$  为肋间净距。

#### 外表面换热系数 $\alpha_e$ 及外表面换热阻 $R_e$ 值

附表 2.3

适用季节	表面特征	$\alpha_e$ $[\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$	$R_e$ $[(\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W})]$
冬季	外墙、屋顶、与室外空气直接接触的表面	23.0	0.04
	与室外空气相通的不采暖地下室上面的楼板	17.0	0.06
	闷顶、外墙上无窗的不采暖地下室上面的楼板	12.0	0.08
	外墙上无窗的不采暖地下室上面的楼板	6.0	0.17
夏季	外墙和屋顶	19.0	0.05

#### 空气间层热阻值 $(\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W})$

附表 2.4

位置、热流状况及材料特性	冬季状况							夏季状况						
	间层厚度 (mm)							间层厚度 (mm)						
	5	10	20	30	40	50	60 以上	5	10	20	30	40	50	60 以上
一般空气间层														
热流向下 (水平、倾斜)	0.10	0.14	0.17	0.18	0.19	0.20	0.20	0.09	0.12	0.15	0.15	0.16	0.16	0.15
热流向上 (水平、倾斜)	0.10	0.14	0.15	0.16	0.17	0.17	0.17	0.09	0.11	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
垂直空气间层	0.10	0.14	0.16	0.17	0.18	0.18	0.18	0.09	0.12	0.14	0.14	0.15	0.15	0.15
单面铝箔空气间层														
热流向下 (水平、倾斜)	0.16	0.28	0.43	0.51	0.57	0.60	0.64	0.15	0.25	0.37	0.44	0.48	0.52	0.54
热流向上 (水平、倾斜)	0.16	0.28	0.35	0.40	0.42	0.42	0.43	0.14	0.20	0.28	0.29	0.30	0.30	0.28
垂直空气间层	0.16	0.26	0.39	0.44	0.47	0.49	0.50	0.15	0.22	0.31	0.34	0.36	0.37	0.37
双层铝箔空气间层														
热流向下 (水平、倾斜)	0.18	0.34	0.56	0.71	0.84	0.94	1.01	0.16	0.30	0.49	0.63	0.73	0.81	0.86
热流向上 (水平、倾斜)	0.17	0.29	0.45	0.52	0.55	0.56	0.57	0.15	0.25	0.34	0.37	0.38	0.38	0.35
垂直空气间层	0.18	0.31	0.49	0.59	0.65	0.69	0.71	0.16	0.27	0.39	0.46	0.49	0.50	0.50

### (二) 围护结构热惰性指标 $D$ 值的计算

1. 单一材料围护结构或单一材料层的  $D$  值应按下式计算:

$$D = RS \quad (\text{附 2.5})$$

式中  $R$ ——材料层的热阻  $(\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W})$ ;

$S$ ——材料的蓄热系数  $[\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$ 。

2. 多层围护结构的  $D$  值应按下列下式计算:

$$D = D_1 + D_2 + \cdots + D_n$$

$$= R_1 S_1 + R_2 S_2 + \cdots + R_n S_n \quad (\text{附 2.6})$$

式中  $R_1, R_2, \cdots, R_n$ ——各层材料的热阻  $(\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W})$ ;

$S_1, S_2, \cdots, S_n$ ——各层材料的蓄热系数  $[\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$ , 空气间层的蓄热系数取  $S=0$ 。

3. 如某层有两种以上材料组成, 则应先按下式计算该层的平均导热系数:

$$\bar{\lambda} = \frac{\lambda_1 F_1 + \lambda_2 F_2 + \cdots + \lambda_n F_n}{F_1 + F_2 + \cdots + F_n} \quad (\text{附 2.7})$$

然后按下式计算该层的平均热阻:

$$\bar{R} = \frac{\delta}{\bar{\lambda}}$$

该层的平均蓄热系数按下式计算:

$$\bar{S} = \frac{S_1 F_1 + S_2 F_2 + \dots + S_n F_n}{F_1 + F_2 + \dots + F_n} \quad (\text{附 2.8})$$

式中  $F_1, F_2, \dots, F_n$ ——在该层中按平行于热流划分的各个传热面积 ( $\text{m}^2$ );

$\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ ——各个传热面积上材料的导热系数 [ $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ];

$S_1, S_2, \dots, S_n$ ——各个传热面积上材料的蓄热系数 [ $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ].

该层的热惰性指标  $D$  值应按下式计算:

$$D = \bar{R}\bar{S}$$

(三) 地面吸热指数  $B$  值的计算

地面吸热指数  $B$  值, 应根据地面中影响吸热的界面位置, 按下面几种情况计算:

1. 影响吸热的界面在最上一层内, 即当:

$$\frac{\delta_1^2}{\alpha_1 \tau} \geq 3.0 \quad (\text{附 2.9})$$

式中  $\delta_1$ ——最上一层材料的厚度 ( $\text{m}$ );

$\alpha_1$ ——最上一层材料的导温系数 ( $\text{m}^2/\text{h}$ );

$\tau$ ——人脚与地面接触的时间, 取  $0.2\text{h}$ .

这时,  $B$  值应按下式计算:

$$B = b_1 = \sqrt{\lambda_1 C_1 \rho_1} \quad (\text{附 2.10})$$

式中  $b_1$ ——最上一层材料的热渗透系数

[ $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{h}^{-1/2} \cdot \text{K})$ ];

$\lambda_1$ ——最上一层材料的比热容 [ $\text{W} \cdot \text{h}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ ];

$C_1$ ——最上一层材料的导热系数 [ $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ];

$\rho_1$ ——最上一层材料的密度 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ).

2. 影响吸热的界面在第二层内, 即当:

$$\frac{\delta_1^2}{\alpha_1 \tau} + \frac{\delta_2^2}{\alpha_2 \tau} \geq 3.0 \quad (\text{附 2.11})$$

式中  $\delta_2$ ——第一层材料的厚度 ( $\text{m}$ );

$\alpha_2$ ——第二层材料的导温系数 ( $\text{m}^2/\text{h}$ ).

这时,  $B$  值应按下式计算:

$$B = b_1(1 + K_{1,2}) \quad (\text{附 2.12})$$

式中  $K_{1,2}$ ——第 1、2 两层地面吸热计算系数, 根据  $b_2/b_1$  和  $\delta_1^2/\alpha_1 \tau$  两值按附表 2.5 查得;

$b_2$ ——第二层材料的热渗透系数 [ $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{h}^{-1/2} \cdot \text{K})$ ].

3. 影响吸热的界面在第二层以下, 即按式 (附 2.11) 求得的结果小于 3.0, 则影响吸热的界面位于第三层或更深处。这时, 可仿照式 (附 2.12) 求出  $B_{2,3}$  或  $B_{3,4}$  等, 然后按顺序依次求出  $B_{1,2}$  值。这时, 式中的  $K_{1,2}$  值应根据  $B_{2,3}/b_1$  和  $\delta_1^2/\alpha_1 \tau$  值按附表 2.5 查得。

地面吸热计算系数  $K$  值

附表 2.5

$\frac{b_2}{b_1} \backslash \frac{\delta_1^2}{\alpha_1 \tau}$	0.005	0.01	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.40	0.50	0.60	0.80	1.00	1.50	2.00	3.00
0.2	-0.82	-0.80	-0.80	-0.79	-0.78	-0.78	-0.77	-0.76	-0.73	-0.70	-0.65	-0.56	-0.47	-0.30	-0.18	-0.07
0.3	-0.70	-0.70	-0.69	-0.69	-0.68	-0.67	-0.66	-0.64	-0.61	-0.58	-0.54	-0.46	-0.39	-0.24	-0.15	-0.05
0.4	-0.60	-0.60	-0.59	-0.58	-0.57	-0.56	-0.55	-0.54	-0.51	-0.47	-0.44	-0.37	-0.31	-0.19	-0.12	-0.04
0.5	-0.50	-0.50	-0.49	-0.48	-0.47	-0.46	-0.45	-0.43	-0.41	-0.38	-0.35	-0.29	-0.24	-0.15	-0.09	-0.03
0.6	-0.40	-0.40	-0.39	-0.38	-0.37	-0.36	-0.35	-0.34	-0.31	-0.29	-0.26	-0.22	-0.18	-0.11	-0.07	-0.03
0.7	-0.30	-0.30	-0.29	-0.28	-0.27	-0.26	-0.25	-0.24	-0.22	-0.21	-0.19	-0.16	-0.13	-0.08	-0.05	-0.02
0.8	-0.20	-0.20	-0.19	-0.19	-0.18	-0.17	-0.16	-0.16	-0.14	-0.13	-0.12	-0.10	-0.08	-0.05	-0.03	0.00
0.9	-0.10	-0.10	-0.10	-0.09	-0.09	-0.08	-0.08	-0.08	-0.07	-0.06	-0.06	-0.05	-0.04	-0.02	-0.01	0.00
1.1	0.10	0.10	0.09	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04	0.02	0.01	0.00
1.2	0.20	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	0.11	0.10	0.08	0.07	0.04	0.03	0.00
1.3	0.30	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23	0.22	0.20	0.18	0.16	0.15	0.13	0.10	0.06	0.04	0.01
1.4	0.40	0.40	0.38	0.34	0.32	0.30	0.28	0.26	0.24	0.21	0.19	0.15	0.12	0.08	0.05	0.02
1.5	0.50	0.49	0.46	0.42	0.39	0.37	0.34	0.32	0.29	0.25	0.23	0.18	0.15	0.09	0.05	0.02
1.6	0.60	0.59	0.55	0.50	0.46	0.43	0.40	0.38	0.33	0.30	0.26	0.21	0.17	0.10	0.06	0.02
1.7	0.70	0.68	0.63	0.58	0.53	0.49	0.46	0.43	0.38	0.33	0.30	0.24	0.19	0.12	0.07	0.03
1.8	0.79	0.78	0.71	0.65	0.60	0.55	0.51	0.48	0.42	0.37	0.33	0.26	0.21	0.13	0.08	0.03
1.9	0.89	0.88	0.80	0.72	0.66	0.61	0.56	0.52	0.46	0.40	0.36	0.29	0.23	0.14	0.08	0.03
2.0	0.99	0.97	0.88	0.79	0.72	0.66	0.61	0.57	0.49	0.44	0.39	0.31	0.25	0.15	0.09	0.03
2.2	1.18	1.16	1.03	0.92	0.83	0.76	0.70	0.65	0.56	0.49	0.44	0.35	0.28	0.17	0.10	0.04
2.4	1.37	1.35	1.19	1.04	0.94	0.85	0.78	0.72	0.62	0.55	0.48	0.38	0.31	0.19	0.11	0.04
2.6	1.57	1.53	1.33	1.16	1.04	0.94	0.86	0.79	0.68	0.60	0.52	0.42	0.34	0.20	0.12	0.04
2.8	1.77	1.72	1.47	1.27	1.13	1.02	0.93	0.85	0.73	0.66	0.56	0.45	0.36	0.21	0.13	0.05
3.0	1.95	1.89	1.60	1.37	1.21	1.09	0.99	0.91	0.78	0.68	0.60	0.47	0.38	0.23	0.14	0.05

(四) 室外综合温度的计算

1. 室外综合温度各小时值应按下式计算:

$$t_{sa} = t_e + \frac{\rho I}{a_e} \quad (\text{附 2.13})$$

式中  $t_{sa}$ ——室外综合温度 (°C);

$t_e$ ——室外空气温度 (°C);

$I$ ——水平或垂直面上的太阳辐射照度 ( $\text{W}/\text{m}^2$ );

$\rho$ ——太阳辐射吸收系数, 应按本附录附表 2.6 采用;

$a_e$ ——外表面换热系数, 取  $19.0\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ 。

2. 室外综合温度平均值应按下式计算,

$$\bar{t}_{sa} = \bar{t}_e + \frac{\rho \bar{I}}{a_e} \quad (\text{附 2.14})$$

式中  $\bar{t}_{sa}$ ——室外综合温度平均值 (°C);

$\bar{t}_e$ ——室外空气温度平均值 (°C), 应按本规范附录三附表 3.2 采用;

$\bar{I}$ ——水平或垂直面上太阳辐射照度平均值 ( $\text{W}/\text{m}^2$ ), 应按本规范附录三附表 3.4 采用;

$\rho$ ——太阳辐射吸收系数, 应按本附录附表 2.6 采用;

$a_e$ ——外表面换热系数, 取  $19.0\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ 。

3. 室外综合温度波幅应按下式计算:

$$A_{tsa} = (A_{te} + A_{ts})\beta \quad (\text{附 2.15})$$

式中  $A_{tsa}$ ——室外综合温度波幅 (°C);

$A_{te}$ ——室外空气温度波幅 (°C), 应按本规范附录三附表 3.2 采用;

$A_{ts}$ ——太阳辐射当量温度波幅 (°C), 应按下式计算:

$$A_{ts} = \frac{\rho(I_{\max} - \bar{I})}{a_e} \quad (\text{附 2.16})$$

$I_{\max}$ ——水平或垂直面上太阳辐射照度最大值 ( $\text{W}/\text{m}^2$ ), 应按本规范附录二附表 3.4 采用;

$\bar{I}$ ——水平或垂直面上太阳辐射照度平均值 ( $\text{W}/\text{m}^2$ ), 应按本规范附录三附表 3.4 采用;

$a_e$ ——外表面换热系数, 取  $19.0\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ ;

$\beta$ ——相位差修正系数, 根据  $A_{te}$  与  $A_{ts}$  的比值 (两者中数值较大者为分子) 及  $\varphi_{te}$  与  $\varphi_i$  之间的差值按本附录附表 2.7 采用;

$\rho$ ——太阳辐射吸收系数, 应按本附录附表 2.6 采用。

太阳辐射吸收系数  $\rho$  值 附表 2.6

外表面材料	表面状况	色 泽	$\rho$ 值
红瓦屋面	旧	红褐色	0.70
灰瓦屋面	旧	浅灰色	0.52
石棉水泥瓦屋面		浅灰色	0.75
油毡屋面	旧, 不光滑	黑色	0.85
水泥屋面及墙面		青灰色	0.70
红砖墙面		红褐色	0.75
硅酸盐砖墙面	不光滑	灰白色	0.50
石灰粉刷墙面	新, 光滑	白 色	0.48
水刷石墙面	旧, 粗糙	灰白色	0.70
浅色饰面砖及浅色涂料		浅黄、浅绿色	0.50
草坪		绿色	0.80

相位差修正系数  $\beta$  值

附表 2.7

$\frac{A_{tsa}}{A_{te}}$ 与 $\frac{A_{ts}}{A_{te}}$ 的比值或 $A_{te}$ 与 $A_{ts}$ 的比值	$\Delta\varphi = (\varphi_{tsa} + \xi_0) - (\varphi_{ti} + \xi_i)$ 或 $\Delta\varphi = \varphi_{te} - \varphi_i$ (h)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.0	0.99	0.97	0.92	0.87	0.79	0.71	0.60	0.50	0.38	0.26
1.5	0.99	0.97	0.93	0.87	0.80	0.72	0.63	0.53	0.42	0.32
2.0	0.99	0.97	0.93	0.88	0.81	0.74	0.66	0.58	0.49	0.41
2.5	0.99	0.97	0.94	0.89	0.83	0.76	0.69	0.62	0.55	0.49
3.0	0.99	0.97	0.94	0.90	0.85	0.79	0.72	0.65	0.60	0.55
3.5	0.99	0.97	0.94	0.91	0.86	0.81	0.76	0.69	0.64	0.59
4.0	0.99	0.97	0.95	0.91	0.87	0.82	0.77	0.72	0.67	0.63
4.5	0.99	0.97	0.95	0.92	0.88	0.83	0.79	0.74	0.70	0.66
5.0	0.99	0.98	0.95	0.92	0.89	0.85	0.81	0.76	0.72	0.69

注: 表中  $\varphi_{tsa}$  为室外综合温度最大值的出现时间 (h), 通常可取: 水平及南向, 13; 东向, 9; 西向, 16。

(五) 围护结构衰减倍数和延迟时间的计算

1. 多层围护结构的衰减倍数应按下式计算:

$$v_0 = 0.9e^{\frac{D}{\sqrt{2}} \frac{S_1 + a_i}{S_1 + Y_1} \cdot \frac{S_2 + Y_1}{S_2 + Y_2} \cdots \frac{Y_{k-1}}{Y_k} \cdots \frac{S_n + Y_{n-1}}{S_n + Y_n} \cdot \frac{Y_n + a_e}{a_e}} \quad (\text{附 2.17})$$

式中

$v_0$ ——围护结构的衰减倍数;

$D$ ——围护结构的热惰性指标, 应按本附录中(二)的规定计算;

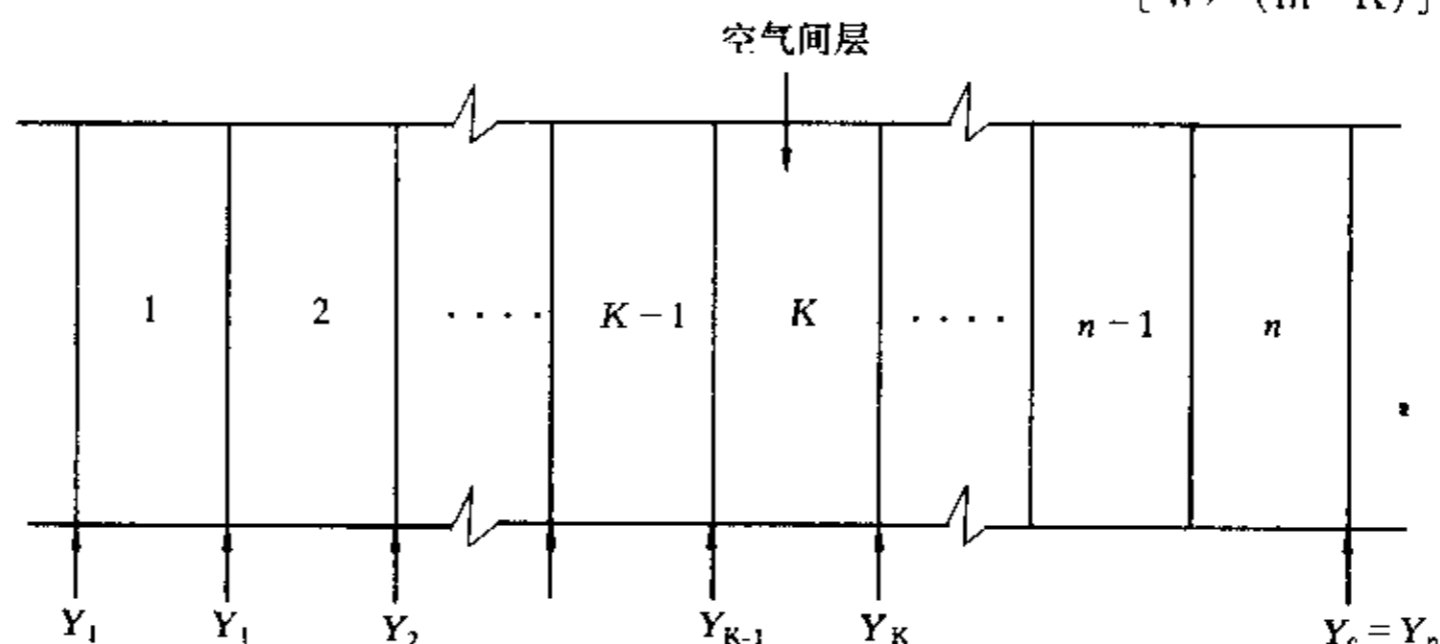
$a_i$ 、 $a_e$ ——分别为内、外表面换热系数, 取  
 $a_i = 8.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ,  $a_e = 19.0 \text{ W}/$

$(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ;

$S_1$ 、 $S_2$ …… $S_n$ ——由内到外各层材料的蓄热系数  
 $[\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$ , 空气间层取  $S = 0$ ;

$Y_1$ 、 $Y_2$ …… $Y_n$ ——由内到外各层(见附图 2.2)材料外表面蓄热系数  
 $[\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$ , 应按本附录中(七)1.的规定计算;

$Y_k$ 、 $Y_{k-1}$ ——分别为空气间层外表面和空气间层前一层材料外表面的蓄热系数  
 $[\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$ 。



附图 2.2 多层围护结构的层次排列

2. 多层围护结构延迟时间应按下式计算:

$$\xi_0 = \frac{1}{15} \left( 40.5D - \arctg \frac{a_i}{a_i + Y_1 \sqrt{2}} + \arctg \frac{R_k \cdot Y_{ki}}{R_k Y_{ki} + \sqrt{2}} + \arctg \frac{Y_e}{Y_e + a_e \sqrt{2}} \right) \quad (\text{附 2.18})$$

式中  $\xi_0$ ——围护结构延迟时间 (h);

$Y_e$ ——围护结构外表面(亦即最后一层外表面)蓄热系数  
 $[\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$ , 应按本附录中(七)2.的规定计算;

$R_k$ ——空气间层热阻 ( $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ ), 应按本规范附录二附表 2.4 采用;

$Y_{ki}$ ——空气间层内表面蓄热系数  
 $[\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$ , 参照本附录中(七)2.的规定计算。

(六) 室内空气到内表面的衰减倍数及延迟时间的计算

1. 室内空气到内表面的衰减倍数应按下式计算:

$$v_i = 0.95 \frac{a_i + Y_i}{a_i} \quad (\text{附 2.19})$$

2. 室内空气到内表面的延迟时间应按下式计算:

$$\xi_i = \frac{1}{15} \arctg \frac{Y_i}{Y_i + a_i \sqrt{2}} \quad (\text{附 2.20})$$

式中  $v_i$ ——内表面衰减倍数;

$\xi_i$ ——内表面延迟时间 (h);

$a_i$ ——内表面换热系数  
 $[\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$ ;

$Y_i$ ——内表面蓄热系数  
 $[\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$ 。

(七) 表面蓄热系数的计算

1. 多层围护结构各层外表面蓄热系数应按下列规定由内到外逐层(见附图 2.2)进行计算:

如果任何一层的  $D > 1$ , 则  $Y = S$ , 即取该层材料的蓄热系数。

如果第一层的  $D < 1$ , 则:

$$Y_1 = \frac{R_1 S_1^2 + a_i}{1 + R_1 a_i}$$

如果第二层的  $D < 1$ , 则:

$$Y_2 = \frac{R_2 S_2^2 + Y_1}{1 + R_2 Y_1}$$

其余类推, 直到最后一层(第  $n$  层):

$$Y_n = \frac{R_n S_n^2 + Y_{n-1}}{1 + R_n Y_{n-1}}$$

式中  $S_1$ 、 $S_2$ …… $S_n$ ——各层材料的蓄热系数  
 $[\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$ ;

$R_1$ 、 $R_2$ …… $R_n$ ——各层材料的热阻 ( $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ );

$Y_1$ 、 $Y_2$ …… $Y_n$ ——各层材料的外表面蓄热系数  
 $[\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$ ;

$a_i$ ——内表面换热系数  
 $[\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$ 。

2. 多层围护结构外表面蓄热系数应取最后一层材料的外表面蓄热系数, 即  $Y_e = Y_n$ 。

3. 多层围护结构内表面蓄热系数应按下列规定计算:

如果多层围护结构中的第一层(即紧接内表面的一层)  $D_1 \geq 1$ , 则多层围护结构内表面蓄热系数应取第一层材料的蓄热系数, 即  $Y_i = S_i$ 。

如果多层围护结构中最接近内表面的第  $m$  层, 其  $D_m \geq 1$ , 则取  $Y_m = S_m$ , 然后从第  $m-1$  层开始, 由外向内逐层(层次排列见附图 2.2)计算, 直至第一层的  $Y_i$ , 即为所求的多层围护结构内表面蓄热系数。

如果多层围护结构中的每一层  $D$  值均小于 1, 则计算应从最后一层(第  $n$  层)开始, 然后由外向内逐层计算, 直至第一层的  $Y_i$ , 即为所求的多层围护结构内表面蓄热系数。

#### (八) 围护结构内表面最高温度的计算

1. 非通风围护结构内表面最高温度可按下式计算:

$$\theta_{i, \max} = \bar{\theta}_i + \left( \frac{A_{ts}}{v_0} + \frac{A_{ti}}{v_i} \right) \beta \quad (\text{附 } 2.21)$$

内表面平均温度可按下式计算:

$$\bar{\theta}_i = \bar{t}_i + \frac{\bar{t}_{ss} - \bar{t}_i}{R_0 a_i} \quad (\text{附 } 2.22)$$

式中  $\theta_{i, \max}$ ——内表面最高温度 ( $^{\circ}\text{C}$ );  
 $\bar{\theta}_i$ ——内表面平均温度 ( $^{\circ}\text{C}$ );  
 $\bar{t}_i$ ——室内计算温度平均值 ( $^{\circ}\text{C}$ ), 取  $\bar{t}_i = \bar{t}_e + 1.5^{\circ}\text{C}$ ;  
 $\bar{t}_e$ ——室外计算温度平均值 ( $^{\circ}\text{C}$ ), 应按本规范附录三附表 3.2 采用;  
 $A_{ti}$ ——室内计算温度波幅值 ( $^{\circ}\text{C}$ ), 取  $A_{ti} = A_{te} - 1.5^{\circ}\text{C}$ ,  $A_{te}$  为室外计算温度波幅值, 应按本规范附录三附表 3.2 采用;  
 $\bar{t}_{ss}$ ——室外综合温度平均值 ( $^{\circ}\text{C}$ ), 应按本附录式 (附 2.14) 计算;  
 $A_{ts}$ ——室外综合温度波幅值 ( $^{\circ}\text{C}$ ), 应按本附录式 (附 2.15) 计算;  
 $v_0$ ——围护结构衰减倍数, 应按本附录式 (附 2.17) 计算;  
 $\xi_0$ ——围护结构延迟时间 (h), 应按本附录式 (附 2.18) 计算;  
 $v_i$ ——室内空气到内表面的衰减倍数, 应按本附录式 (附 2.19) 计算;  
 $\xi_i$ ——室内空气到内表面的延迟时间 (h), 应按本附录式 (附 2.20) 计算;  
 $\beta$ ——相位差修正系数, 根据  $\left( \frac{A_{ts}}{v_0} \right)$  与  $\left( \frac{A_{ti}}{v_i} \right)$  的比值 (两者中数值较大者为分子) 及  $(\varphi_{ts} + \xi_0)$  与  $(\varphi_{ti} + \xi_i)$  的差值, 按本附录附表

2.7 采用;

$\varphi_{ti}$ ——室内空气温度最大值出现时间 (h), 通常取 16;  
 $\varphi_{te}$ ——室外空气温度最大值出现时间 (h), 通常取 15;  
 $\varphi_1$ ——太阳辐射照度最大值出现时间 (h), 通常取: 水平及南向, 12; 东向, 8; 西向, 16;  
 $A_{te}$ ——室外计算温度波幅值 ( $^{\circ}\text{C}$ ), 应按本规范附录三附表 3.2 采用;  
 $A_{ts}$ ——太阳辐射当量温度波幅值 ( $^{\circ}\text{C}$ ), 应按本附录式 (附 2.16) 计算。

#### 2. 通风屋顶内表面最高温度的计算:

对于薄型面层(如混凝土薄板、大阶砖等)、厚型基层(如混凝土实心板、空心板等)、间层高度为 20cm 左右的通风屋顶, 其内表面最高温度应按下列规定计算:

(1) 面层下表面温度最高值、平均值和波幅值应分别按下式计算:

$$\theta_{1, \max} = 0.8 t_{ss, \max} \quad (\text{附 } 2.23)$$

$$\bar{\theta}_1 = 0.54 t_{ss, \max} \quad (\text{附 } 2.24)$$

$$A_{\theta 1} = 0.26 t_{ss, \max} \quad (\text{附 } 2.25)$$

式中  $\theta_{1, \max}$ ——面层下表面温度最高值 ( $^{\circ}\text{C}$ );  
 $\bar{\theta}_1$ ——面层下表面温度平均值 ( $^{\circ}\text{C}$ );  
 $A_{\theta 1}$ ——面层下表面温度波幅值 ( $^{\circ}\text{C}$ );  
 $t_{ss, \max}$ ——室外综合温度最高值 ( $^{\circ}\text{C}$ ), 应按本附录式 (附 2.13) 计算室外综合温度各小时值, 然后取其中的最高值。

(2) 间层综合温度(作为基层上表面的热作用)的平均值和波幅值应分别按下式计算:

$$\bar{t}_{vc, sy} = 0.5(\bar{t}_{vc} + \bar{\theta}_1) \quad (\text{附 } 2.26)$$

$$A_{tvc, sy} = 0.5(A_{tvc} + A_{\theta 1}) \quad (\text{附 } 2.27)$$

式中  $\bar{t}_{vc, sy}$ ——间层综合温度平均值 ( $^{\circ}\text{C}$ );  
 $A_{tvc, sy}$ ——间层综合温度波幅值 ( $^{\circ}\text{C}$ );  
 $\bar{t}_{vc}$ ——间层空气温度平均值 ( $^{\circ}\text{C}$ ), 取  $\bar{t}_{vc} = 1.06 \bar{t}_e$ ,  $\bar{t}_e$  为室外计算温度平均值;  
 $A_{tvc}$ ——间层空气温度波幅值 ( $^{\circ}\text{C}$ ), 取  $A_{tvc} = 1.3 \bar{A}_{te}$ ,  $\bar{A}_{te}$  为室外计算温度波幅值;  
 $\bar{\theta}_1$ ——面层下表面温度平均值 ( $^{\circ}\text{C}$ );  
 $A_{\theta 1}$ ——面层下表面温度波幅值 ( $^{\circ}\text{C}$ )。

(3) 在求得间层综合温度后, 即可按本附录中 (八) 1. 同样的方法计算基层内表面(即下表面)最高温度。计算中, 间层综合温度最高值出现时间取  $\varphi_{tvc, sy} = 13.5\text{h}$ 。

## 附录三 室外计算参数

围护结构冬季室外计算参数及最冷最热月平均温度

附表 3.1

地 名	冬季室外计算温度 $t_e(^{\circ}\text{C})$				设计计算用采暖期				冬季室外 平均风速 (m/s)	最冷月 平均温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )	最热月 平均温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )
	I 型	II 型	III 型	IV 型	天数 $Z(d)$	平均温度 $\bar{t}_e(^{\circ}\text{C})$	平均相对湿度 $\bar{\varphi}_e(\%)$	度日数 $D_{di}(^{\circ}\text{C}\cdot\text{d})$			
北京市	-9	-12	-14	-16	125(129)	-1.6	50	2450	2.8	-4.5	25.9
天津市	-9	-11	-12	-13	119(122)	-1.2	57	2285	2.9	-4.0	26.5
河北省											
石家庄	-8	-12	-14	-17	112(117)	-0.6	56	2083	1.8	-2.9	26.6
张家口	-15	-18	-21	-23	153(155)	-4.8	42	3488	3.5	-9.6	23.3
秦皇岛	-11	-13	-15	-17	135	-2.4	51	2754	3.0	-6.0	24.5
保定	-9	-11	-13	-14	119(124)	-1.2	60	2285	2.1	-4.1	26.6
邯郸	-7	-9	-11	-13	108	0.1	60	1933	2.5	-2.1	26.9
唐山	-10	-12	-14	-15	127(137)	-2.9	55	2654	2.5	-5.6	25.5
承德	-14	-16	-18	-20	144(147)	-4.5	44	3240	1.3	-9.4	24.5
丰宁	-17	-20	-23	-25	163	-5.6	44	3847	2.7	-11.9	22.1
山西省											
太原	-12	-14	-16	-18	135(144)	-2.7	53	2795	2.4	-6.5	23.5
大同	-17	-20	-22	-24	162(165)	-5.2	49	3758	3.0	-11.3	21.8
长治	-13	-17	-19	-22	135	-2.7	58	2795	1.4	-6.8	22.8
五台山	-28	-32	-34	-37	273	-8.2	62	7153	12.5	-18.3	9.5
阳泉	-11	-12	-15	-16	124(129)	-1.3	46	2393	2.4	-4.2	24.0
临汾	-9	-13	-15	-18	113	-1.1	54	2158	2.0	-3.9	26.0
晋城	-9	-12	-15	-17	121	-0.9	53	2287	2.4	-3.7	24.0
运城	-7	-9	-11	-13	102	0.0	57	1836	2.6	-2.0	27.2
内蒙古自治区											
呼和浩特	-19	-21	-23	-25	166(171)	-6.2	53	4017	1.6	-12.9	21.9
锡林浩特	-27	-29	-31	-33	190	-10.5	60	5415	3.3	-19.8	20.9
海拉尔	-34	-38	-40	-43	209(213)	-14.3	69	6751	2.4	-26.7	19.6
通辽	-20	-23	-25	-27	165(167)	-7.4	48	4191	3.5	-14.3	23.9
赤峰	-18	-21	-23	-25	160	-6.0	40	3840	2.4	-11.7	23.5
满洲里	-31	-34	-36	-38	211	-12.8	64	6499	3.9	-23.8	19.4
博克图	-28	-31	-34	-36	210	-11.3	63	6153	3.3	-21.3	17.7
二连浩特	-26	-30	-32	-35	180(184)	-9.9	53	5022	3.9	-18.6	22.9
多伦	-26	-29	-31	-33	192	-9.2	62	5222	3.8	-18.2	18.7
白云鄂博	-23	-26	-28	-30	191	-8.2	52	5004	6.2	-16.0	19.5
辽宁省											
沈阳	-19	-21	-23	-25	152	-5.7	58	3602	3.0	-12.0	24.6
丹东	-14	-17	-19	-21	144(151)	-3.5	60	3096		-8.4	23.2
大连	-11	-14	-17	-19	131(132)	-1.6	58	2568	3.7	-4.9	23.9
阜新	-17	-19	-21	-23	156	-6.0	50	3744	5.6	-11.6	24.3
抚顺	-21	-24	-27	-29	162(160)	-6.6	65	3985	2.2	-14.2	23.6
朝阳	-16	-18	-20	-22	148(154)	-5.2	42	3434	2.7	-10.7	24.7
本溪	-19	-21	-23	-25	151	-5.7	62	3579	2.6	-12.2	24.2
锦州	-15	-17	-19	-20	144(147)	-4.1	47	3182	3.8	-8.9	24.3
鞍山	-18	-21	-23	-25	144(148)	-4.8	59	3283	3.4	-10.1	24.8
锦西	-14	-16	-18	-19	143	-4.2	50	3175	3.4	-9.0	24.2
吉林省											
长春	-23	-26	-28	-30	170(174)	-8.3	63	4471	4.2	-16.4	23.0
吉林	-25	-29	-31	-34	171(175)	-9.0	68	4617	3.0	-18.1	22.9
延吉	-20	-22	-24	-26	170(174)	-7.1	58	4267	2.9	-14.4	21.3

续表

地名	冬季室外计算温度 $t_w$				设计计算用采期				冬季室外 平均风速 (m/s)	最冷月 平均温度 (℃)	最热月 平均温度 (℃)
	I 型	II 型	III 型	IV 型	天数 $Z$ (d)	平均温度 $\bar{t}_e$ (℃)	平均相对湿度 $\bar{\varphi}_e$ (%)	度日数 $D_{he}$ (℃·d)			
吉林省											
通化	-24	-26	-28	-30	168(173)	-7.7	69	4318	1.3	-16.1	22.2
双辽	-21	-23	-25	-27	167	-7.8	61	4309	3.4	-15.5	23.7
四平	-22	-24	-26	-28	163(162)	-7.4	61	4140	3.0	-14.8	23.6
白城	-23	-25	-27	-28	175	-9.0	54	4725	3.5	-17.1	23.3
黑龙江省											
哈尔滨	-26	-29	-31	-33	176(179)	-10.0	66	4928	3.6	-19.4	22.8
嫩江	-33	-36	-39	-41	197	-13.5	66	6206	2.5	-25.2	20.6
齐齐哈尔	-25	-28	-30	-32	182(186)	-10.2	62	5132	2.9	-19.4	22.8
富锦	-25	-28	-30	-32	184	-10.6	65	5262	3.9	-20.2	21.9
牡丹江	-24	-27	-29	-31	178(180)	-9.4	65	4877	2.3	-18.3	22.0
呼玛	-39	-42	-45	-47	210	-14.5	69	6825	1.7	-27.4	20.2
佳木斯	-26	-29	-32	-34	180(183)	-10.3	68	5094	3.4	-19.7	22.1
安达	-26	-29	-32	-34	180(182)	-10.4	64	5112	3.5	-19.9	22.9
伊春	-30	-33	-35	-37	193(197)	-12.4	70	5867	2.0	-23.6	20.6
克山	-29	-31	-33	-35	191	-12.1	66	5749	2.4	-22.7	21.4
上海市	-2	-4	-6	-7	54(62)	3.7	76	772	3.0	3.5	27.8
江苏省											
南京	-3	-5	-7	-9	75(83)	3.0	74	1125	2.6	1.9	27.9
徐州	-5	-8	-10	-12	94(97)	1.4	63	1560	2.7	0.0	27.0
连云港	-5	-7	-9	-11	96(105)	1.4	68	1594	2.9	-0.2	26.8
浙江省											
杭州	-1	-3	-5	-6	51(61)	4.0	80	714	2.3	3.7	28.5
宁波	0	-2	-3	-4	42(50)	4.3	80	575	2.8	4.1	28.1
安徽省											
合肥	-3	-7	-10	-13	70(75)	2.9	73	1057	2.6	2.0	28.2
阜阳	-6	-9	-12	-14	85	2.1	66	1352	2.8	0.8	27.7
蚌埠	-4	-7	-10	-12	83(77)	2.3	68	1303	2.5	1.0	28.0
黄山	-11	-15	-17	-20	121	-3.4	64	2589	6.2	-3.1	17.7
福建省											
福州	6	4	3	2	0	—	—	—	2.6	10.4	28.8
江西省											
南昌	0	-2	-4	-6	17(35)	4.7	74	226	3.6	4.9	29.5
天目山	-10	-13	-15	-17	136	-2.0	68	2720	6.3	-2.9	20.2
庐山	-8	-11	-13	-15	106	1.7	70	1728	5.5	-0.2	22.5
山东省											
济南	-7	-10	-12	-14	101(106)	0.6	52	1757	3.1	-1.4	27.4
青岛	-6	-9	-11	-13	110(111)	0.9	66	1881	5.6	-1.2	25.2
烟台	-6	-8	-10	-12	111(112)	0.5	60	1943	4.6	-1.6	25.0
德州	-8	-12	-14	-17	113(118)	-0.8	63	2124	2.6	-3.4	26.9
淄博	-9	-12	-14	-16	111(116)	-0.5	61	2054	2.6	-3.0	26.8
泰山	-16	-19	-22	-24	166	-3.7	52	3602	7.3	-8.6	17.8
兖州	-7	-9	-11	-12	106	-0.4	62	1950	2.9	-1.9	26.9
河南省											
郑州	-5	-7	-9	-11	98(102)	1.4	58	1627	3.4	-0.3	27.2
安阳	-7	-11	-13	-15	105(109)	0.3	59	1859	2.3	-1.8	26.9
濮阳	-7	-9	-11	-12	107	0.2	69	1905	3.1	-2.2	26.9
新乡	-5	-8	-11	-13	100(107)	1.2	63	1680	2.6	-0.7	27.0
洛阳	-5	-8	-10	-12	91(95)	1.8	55	1474	2.4	-0.3	27.4
南阳	-4	-8	-11	-14	84(89)	2.2	67	1327	2.5	-0.9	27.3
信阳	-4	-7	-10	-12	78	2.6	72	1201	2.2	-1.6	27.6

续表

地名	冬季室外计算温度 $t_e^w$				设计计算用采期				冬季室外 平均风速 (m/s)	最冷月 平均温度 (℃)	最热月 平均温度 (℃)
	I 型	II 型	III 型	IV 型	天数 Z (d)	平均温度 $\bar{t}_e$ (℃)	平均相对湿度 $\bar{\varphi}_e$ (%)	度日数 $D_{di}$ (℃·d)			
河南省											
商丘	-6	-9	-12	-14	101(106)	1.1	67	1707	3.0	-0.9	27.0
开封	-5	-7	-9	-10	102(106)	1.3	63	1703	3.5	-0.5	27.0
湖北省											
武汉	-2	-6	-8	-11	58(67)	3.4	77	847	2.6	3.0	28.7
湖南省											
长沙	0	-3	-5	-7	30(45)	4.6	81	402	2.7	4.6	29.3
南岳	7	-10	-13	-15	86	1.3	80	1436	5.7	0.1	21.6
广东省											
广州	7	5	4	3	0	—	—	—	2.2	13.3	28.4
广西壮族自治区											
南宁	7	5	3	2	0	—	—	—	1.7	12.7	28.3
四川省											
成都	2	1	0	-1	0	—	—	—	0.9	5.4	25.5
阿坝	-12	-16	-20	-23	189	-2.8	57	3931	1.2	-7.9	12.5
甘孜	-10	-14	-18	-21	165(169)	-0.9	43	3119	1.6	-4.4	14.0
康定	-7	-9	-11	-12	139	0.2	65	2474	3.1	-2.6	15.6
峨眉山	-12	-14	-15	-15	202	-1.5	83	3939	3.6	-6.0	11.8
贵州省											
贵阳	-1	-2	-4	-6	20(42)	5.0	78	260	2.2	4.9	24.1
毕节	-2	-3	-5	-7	70(81)	3.2	85	1036	0.9	2.4	21.8
安顺	-2	-3	-5	-6	43(48)	4.1	82	598	2.4	4.1	22.0
威宁	-5	-7	-9	-11	80(98)	3.0	78	1200	3.4	1.9	17.7
云南省											
昆明	13	11	10	9	0	—	—	—	2.5	7.7	19.8
西藏自治区											
拉萨	-6	-8	-9	-10	142(149)	0.5	35	2485	2.2	-2.3	15.5
噶尔	-17	-21	-24	-27	240	-5.5	28	5640	3.0	-12.4	13.6
日喀则	-8	-12	-14	-17	158(160)	-0.5	28	2923	1.8	-3.9	14.6
陕西省											
西安	-5	-8	-10	-12	100(101)	0.9	66	1710	1.7	-0.9	26.4
榆林	-16	-20	-23	-26	148(145)	-4.4	56	3315	1.8	-10.2	23.3
延安	-12	-14	-16	-18	130(133)	-2.6	57	2678	2.1	6.3	22.9
宝鸡	-5	-7	-9	-11	101(104)	1.1	65	1707	1.0	-0.7	25.4
华山	-14	-17	-20	-22	164	-2.8	57	3411	5.4	-6.7	17.5
汉中	-1	-2	-4	-5	75(53)	3.1	76	1118	0.9	2.1	25.4
甘肃省											
兰州	-11	-13	-15	-16	132(135)	-2.8	60	2746	0.5	-6.7	22.2
酒泉	-16	-19	-21	-23	155(154)	-4.4	52	3472	2.1	-9.9	21.8
敦煌	-14	-18	-20	-23	138(140)	-4.1	49	3053	2.1	-9.1	24.6
张掖	-16	-19	-21	-23	156	-4.5	55	3510	1.9	-10.1	21.4
山丹	-17	-21	-25	-28	165(172)	-5.1	55	3812	2.3	-11.3	20.3
平凉	-10	-13	-15	-17	137(141)	-1.7	59	2699	2.1	-5.5	21.0
天水	-7	-10	-12	-14	116(117)	-0.3	67	2123	1.3	-2.9	22.5
青海省											
西宁	-13	-16	-18	-20	162(165)	-3.3	50	3451	1.7	-8.2	17.2
玛多	-23	-29	-34	-38	284	-7.2	56	7159	2.9	-16.7	7.5
大柴旦	-19	-22	-24	-26	205	-6.8	34	5084	1.4	-14.5	15.1
共和	-15	-17	-19	-21	182	-4.9	44	4168	1.6	-10.9	15.2
格尔木	-15	-18	-21	-23	179(189)	-5.0	35	4117	2.5	-10.6	17.6
玉树	-13	-15	-17	-19	194	-3.1	46	4093	1.2	-7.8	12.5

续表

地名	冬季室外计算温度 $t_w$				设计计算用采暖期				冬季室外 平均风速 (m/s)	最冷月 平均温度 (℃)	最热月 平均温度 (℃)
	I 型	II 型	III 型	IV 型	天数 Z (d)	平均温度 $\bar{t}_e$ (℃)	平均相对湿度 $\bar{\varphi}_e$ (%)	度日数 $D_{di}$ (℃·d)			
宁夏回族自治区											
银川	-15	-18	-21	-23	145(149)	-3.8	57	3161	1.7	-8.9	23.4
中宁	-12	-16	-19	-22	137	-3.1	52	2891	2.9	-7.6	23.3
固原	-14	-17	-20	-22	162	-3.3	57	3451	2.8	-8.3	18.8
石嘴山	-15	-18	-20	-22	149(152)	-4.1	49	3293	2.6	-9.2	23.5
新疆维吾尔自治区											
乌鲁木齐	-22	-26	-30	-33	162(157)	-8.5	75	4293	1.7	-14.6	23.5
塔城	-23	-27	-30	-33	163	-6.5	71	3994	2.1	-12.1	22.3
哈密	-19	-22	-24	-26	137	-5.9	48	3274	2.2	-12.1	27.1
伊宁	-20	-26	-30	-34	139(143)	-4.8	75	3169	1.6	-9.7	22.7
喀什	-12	-14	-16	-18	118(122)	-2.7	63	2443	1.2	-6.4	25.8
富蕴	-36	-40	-42	-45	178	-12.6	73	5447	0.5	-21.7	21.4
克拉玛依	-24	-28	-31	-33	146(149)	-9.2	68	3971	1.5	-16.4	27.5
吐鲁番	-15	-19	-21	-24	117(121)	-5.0	50	2691	0.9	-9.3	32.6
库车	-15	-18	-20	-22	123	-3.6	56	2657	1.9	-8.2	25.8
和田	-10	-13	-16	-18	112(114)	-2.1	50	2251	1.6	-5.5	25.5
台湾省											
台北	11	9	8	7	0	—	—	—	3.7	14.8	28.6
香港	10	8	7	6	0	—	—	—	6.3	15.6	28.6

注：①表中设计计算用采暖期仅供建筑热工设计计算采用。各地实际的采暖期应按当地行政或主管部门的规定执行。

②在设计计算用采暖期天数一栏中，不带括号的数值系指累年日平均温度低于或等于 5℃ 的天数；带括号的数值系指累年日平均温度稳定低于或等于 5℃ 的天数。在设计计算中，这两种采暖期天数可采用。

围护结构夏季室外计算温度 (℃)

续表

附表 3.2

城市名称	夏季室外计算温度		
	平均值 $\bar{t}_e$	最高值 $t_{e, \max}$	波幅值 $A_{te}$
西安	32.3	38.4	6.1
汉中	29.5	35.8	6.3
北京	30.2	36.3	6.1
天津	30.4	35.4	5.0
石家庄	31.7	38.3	6.6
济南	33.0	37.3	4.3
青岛	28.1	31.1	3.0
上海	31.2	36.1	4.9
南京	32.0	37.1	5.1
常州	32.3	36.4	4.1
徐州	31.5	36.7	5.2
东台	31.1	35.8	4.7
合肥	32.3	36.8	4.5
芜湖	32.5	36.9	4.4
阜阳	32.1	37.1	5.2
杭州	32.1	37.2	5.1
衢县	32.1	37.6	5.5
温州	30.3	35.7	5.4
南昌	32.9	37.8	4.9
赣州	32.2	37.8	5.6
九江	32.8	37.4	4.6
景德镇	31.6	37.2	5.6
福州	30.9	37.2	6.3
建阳	30.5	37.3	6.8
南平	30.8	37.4	6.6
永安	30.8	37.3	6.5
漳州	31.3	37.1	5.8
厦门	30.8	35.5	4.7
郑州	32.5	38.8	6.3

城市名称	夏季室外计算温度		
	平均值 $\bar{t}_e$	最高值 $t_{e, \max}$	波幅值 $A_{te}$
信阳	31.9	36.6	4.7
武汉	32.4	36.9	4.5
宜昌	32.0	38.2	6.2
黄石	33.0	37.9	5.2
长沙	32.7	37.9	5.2
藏江	30.4	36.3	5.9
岳阳	32.5	35.9	3.4
株洲	34.4	39.9	5.5
衡阳	32.8	38.3	5.5
广州	31.1	35.6	4.5
海口	30.7	36.3	5.6
汕头	30.6	35.2	4.6
韶关	31.5	30.3	4.8
德庆	31.2	36.6	5.4
湛江	30.9	35.5	4.6
南宁	31.0	36.7	5.7
桂林	30.9	36.2	5.3
百色	31.8	37.6	5.8
梧州	30.9	37.0	6.1
柳州	32.9	38.8	5.9
桂平	32.4	37.5	5.1
成都	29.2	34.4	5.2
重庆	33.2	38.9	5.7
达县	33.2	38.6	5.4
南充	34.0	39.3	5.3
贵阳	26.9	32.7	5.8
铜仁	31.2	37.8	6.6
遵义	28.5	34.1	5.6
思南	31.4	36.8	5.4
昆明	23.3	29.3	6.0
元江	33.7	40.3	6.6

全国主要城市夏季太阳辐射照度 ( $\text{W}/\text{m}^2$ )

附表 3.3

城市名称	朝向	地 方 太 阳 时													日总量	昼夜平均
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
南宁	S	17	60	98	129	150	182	196	182	150	129	98	60	17	1468	61.2
	W(E)	17	60	98	129	150	162	166	352	502	591	594	483	255	3559	148.3
	N	100	168	186	176	157	162	166	162	157	176	186	168	100	2064	86.0
	H	60	251	473	678	838	942	976	942	838	678	473	251	60	7462	310.9
广州	S	15	53	89	118	138	175	189	175	138	118	89	53	15	1365	56.9
	W(E)	15	53	89	118	138	151	154	341	494	586	591	487	265	3482	145.1
	N	101	163	176	162	143	151	154	151	143	162	176	163	101	1946	81.1
	H	58	244	462	664	824	926	962	926	824	664	462	244	58	7318	304.9
福州	S	16	52	86	112	163	211	227	211	163	112	86	52	16	1507	62.8
	W(E)	16	52	86	112	131	143	146	344	508	609	624	528	305	3604	150.2
	N	113	162	159	131	131	143	146	143	131	131	159	162	113	1824	76.0
	H	70	261	481	685	845	949	983	949	845	685	481	261	70	7565	315.2
贵阳	S	20	67	110	145	205	255	273	255	205	145	110	67	20	1877	78.2
	W(E)	20	67	110	145	169	184	189	375	524	608	603	489	267	3750	156.3
	N	103	163	174	158	169	184	189	184	169	158	174	163	103	2091	87.1
	H	73	269	496	708	876	983	1021	983	876	708	496	269	73	7831	326.3
长沙	S	16	48	79	106	184	236	254	236	184	106	79	48	16	1592	66.3
	W(E)	16	48	79	104	123	134	138	345	518	629	651	561	341	3687	153.6
	N	124	159	141	104	123	134	138	134	123	104	141	159	124	1708	71.2
	H	77	272	493	697	860	964	1000	964	860	697	493	272	77	7726	321.9
北京	S	30	65	116	245	352	423	447	423	352	245	116	65	30	2909	121.2
	W(E)	30	65	95	118	136	147	151	364	543	662	697	629	441	4078	169.9
	N	148	137	95	118	136	147	151	147	136	118	95	137	148	1713	71.4
	H	139	336	543	730	878	972	1003	972	878	730	543	336	139	8199	341.6
郑州	S	20	53	83	172	261	319	340	319	261	172	83	53	20	2156	89.8
	W(E)	20	53	83	109	126	138	141	333	491	590	609	528	338	3559	148.3
	N	118	132	98	109	126	138	141	138	126	109	98	132	118	1583	66.0
	H	95	275	475	661	808	902	935	902	808	661	475	275	95	7367	307.0
上海	S	18	50	79	134	217	273	291	273	217	134	79	50	18	1833	76.4
	W(E)	18	50	79	102	119	130	133	336	505	615	640	558	353	3638	151.6
	N	125	148	118	102	119	130	133	130	119	102	118	148	125	1617	67.4
	H	88	276	487	681	836	933	967	933	836	681	487	276	88	7569	315.4
武汉	S	17	47	76	125	207	261	280	261	207	125	76	47	17	1746	72.8
	W(E)	17	47	76	100	117	127	131	332	501	609	633	551	345	3586	149.4
	N	123	147	120	100	117	127	131	127	117	100	120	147	123	1599	66.6
	H	83	269	480	675	829	928	961	928	829	675	480	269	83	7489	312.0
西安	S	24	60	94	180	267	325	345	325	267	180	94	60	24	2245	93.5
	W(E)	24	60	94	122	141	153	157	344	496	591	607	523	332	3644	151.8
	N	119	139	111	122	141	153	157	153	141	122	111	139	119	1727	72.0
	H	98	282	486	672	819	914	945	914	819	672	486	282	98	7487	312.0
重庆	S	16	47	79	119	200	252	270	252	200	119	79	47	16	1696	70.7
	W(E)	16	47	79	104	122	133	138	340	509	617	640	555	345	3645	151.9
	N	124	153	131	104	122	133	138	133	122	104	131	153	124	1572	69.7
	H	81	270	487	686	844	945	980	945	844	686	487	270	81	7606	316.9
杭州	S	18	53	84	131	209	261	279	261	209	131	84	53	18	1791	74.6
	W(E)	18	53	84	109	127	138	143	333	490	590	608	521	318	3532	147.2
	N	116	147	127	109	127	138	143	138	127	109	127	147	116	1671	69.6
	H	82	266	473	664	815	910	944	910	815	664	473	266	82	7364	306.8

续表

城市名称	朝向	地方太阳时													日总量	昼夜平均
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
南京	S	18	51	82	148	237	296	316	296	237	148	82	51	18	1980	82.5
	W(E)	18	51	82	108	126	138	141	350	521	629	650	560	350	3724	155.1
	N	124	146	117	108	126	138	141	138	126	108	117	146	124	1659	69.1
	H	89	281	497	700	860	964	999	964	860	700	497	281	89	7781	324.2
南昌	S	15	46	76	108	189	244	262	244	189	108	76	46	15	1618	67.4
	W(E)	15	46	76	101	118	132	133	350	530	647	676	589	366	3779	157.4
	N	131	161	138	101	118	130	133	130	118	101	138	161	131	1691	70.5
	H	82	280	505	714	879	985	1021	985	879	714	505	280	82	7911	329.6
合肥	S	18	51	81	150	241	302	324	302	241	150	81	51	18	2010	83.8
	W(E)	18	51	81	106	125	137	141	361	544	660	687	596	377	3884	161.8
	N	133	153	119	106	125	137	141	137	125	106	119	153	133	1687	70.3
	H	94	294	521	730	897	1004	1040	1004	897	730	521	294	94	8120	338.3

## 附录四 建筑材料热物理性能计算参数

建筑材料热物理性能计算参数

附表 4.1

序号	材料名称	干密度 $\rho_0$ ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )	计 算 参 数			
			导热系数 $\lambda$ [ $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ]	蓄热系数 $S$ (周期 24h)[ $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ]	比热容 $C$ [ $\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ ]	蒸汽渗透系数 $\mu$ [ $\text{g}/(\text{m} \cdot \text{h} \cdot \text{Pa})$ ]
1	混凝土					
1.1	普通混凝土					
	钢筋混凝土	2500	1.74	17.20	0.92	0.0000158*
	碎石、卵石混凝土	2300	1.51	15.36	0.92	0.0000173*
		2100	1.28	13.57	0.92	0.0000173*
1.2	轻骨料混凝土					
	膨胀矿渣珠混凝土	2000	0.77	10.49	0.96	
		1800	0.63	9.05	0.96	
		1600	0.53	7.87	0.96	
	自然煤矸石、炉渣混凝土	1700	1.00	11.68	1.05	0.0000548*
		1500	0.76	9.54	1.05	0.0000900
		1300	0.56	7.63	1.05	0.0001050
	粉煤灰陶粒混凝土	1700	0.95	11.4	1.05	0.0000188
		1500	0.70	9.16	1.05	0.0000975
		1300	0.57	7.78	1.05	0.0001050
		1100	0.44	6.30	1.05	0.0001350
	粘土陶粒混凝土	1600	0.84	10.36	1.05	0.0000315*
		1400	0.70	8.93	1.05	0.0000390*
		1200	0.53	7.25	1.05	0.0000405*
	页岩渣、石灰、水泥混凝土	1300	0.52	7.39	0.98	0.0000855*
	页岩陶粒混凝土	1500	0.77	9.65	1.05	0.0000315*
		1300	0.63	8.16	1.05	0.0000390*
		1100	0.50	6.70	1.05	0.0000435*
	火山灰渣、沙、水泥混凝土	1700	0.57	6.30	0.57	0.0000395*
	浮石混凝土	1500	0.67	9.09	1.05	
		1300	0.53	7.54	1.05	0.0000188*
		1100	0.42	6.13	1.05	0.0000353*

· 续表

序号	材料名称	干密度 $\rho_0$ ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )	计 算 参 数			
			导热系数 $\lambda$ [ $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ]	蓄热系数 $S$ (周期 24h)[ $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ]	比热容 $C$ [ $\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ ]	蒸汽渗透系数 $\mu$ [ $\text{g}/(\text{m} \cdot \text{h} \cdot \text{Pa})$ ]
1.3	轻混凝土					
	加气混凝土、泡沫混凝土	700	0.22	3.59	1.05	0.0000998*
		500	0.19	2.81	1.05	0.0001110*
2	砂浆和砌体					
2.1	砂浆					
	水泥砂浆	1800	0.93	11.37	1.05	0.0000210*
	石灰水泥砂浆	1700	0.87	10.75	1.05	0.0000975*
	石灰砂浆	1600	0.81	10.07	1.05	0.0000443*
	石灰石膏砂浆	1500	0.76	9.44	1.05	
	保温砂浆	800	0.29	4.44	1.05	
2.2	砌体					
	重砂浆砌筑粘土砖砌体	1800	0.81	10.63	1.05	0.0001050*
	轻砂浆砌筑粘土砖砌体	1700	0.76	9.96	1.05	0.0001200
	灰砂砖砌体	1900	1.10	12.72	1.05	0.0001050
	硅酸盐砖砌体	1800	0.87	11.11	1.05	0.0001050
	炉渣砖砌体	1700	0.81	10.43	1.05	0.0001050
	重砂浆砌筑 26、33 及 36 孔 粘土空心砖砌体	1400	0.58	7.92	1.05	0.0000158
3	热绝缘材料					
3.1	纤维材料					
	矿棉、岩棉、玻璃棉板	80 以下	0.050	0.59		
		80~200	0.045	0.75	1.22	
	矿棉、岩棉、玻璃棉毡	70 以下	0.050	0.58	1.22	0.0004880
		70~200	0.045	0.77	1.34	
	矿棉、岩棉、玻璃棉松散料	70 以下	0.050	0.46	0.84	0.0004880
		70~120	0.045	0.51	0.84	
	麻刀	150	0.070	1.34	2.10	0.0004880
3.2	膨胀珍珠岩、蛭石制品					
	水泥膨胀珍珠岩	800	0.26	4.37	1.17	0.0000420*
		600	0.21	3.44	1.17	0.0000900*
		400	0.16	2.49	1.17	0.0001910*
	沥青、乳化沥青膨胀珍珠岩	400	0.12	2.28	1.55	0.0000293*
		300	0.093	1.77	1.55	
	水泥膨胀蛭石	350	0.14	1.99	1.05	0.0000675*
3.3	泡沫材料及多孔聚合物					
	聚乙烯泡沫塑料	100	0.047	0.70	1.38	
	聚苯乙烯泡沫塑料	30	0.042	0.36	1.38	0.0000162
	聚氨酯硬泡沫塑料	30	0.033	0.36	1.38	0.0000234
	聚氯乙烯硬泡沫塑料	130	0.048	0.79	1.38	
	钙塑	120	0.049	0.83	1.59	
	泡沫玻璃	140	0.058	0.70	0.84	0.0000225
	泡沫石灰	300	0.116	1.70	1.05	
	炭化泡沫石灰	400	0.14	2.33	1.05	
	泡沫石膏	500	0.19	2.78	1.05	0.0000375
4	木材、建筑板材					
4.1	木材					
	橡木、枫树(热流方向垂直 木纹)	700	0.17	4.90	2.51	0.0000562
	橡木、枫树(热流方向顺木 纹)	700	0.35	6.93	2.51	0.0003000
	松、木、云杉(热流方向垂 直木纹)	500	0.14	3.85	2.51	0.0000345
	松、木、云杉(热流方向顺 木纹)	500	0.29	5.55	2.51	0.0001680
4.2	建筑板材					

续表

序号	材料名称	干密度 $\rho_0$ ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )	计 算 参 数			
			导热系数 $\lambda$ [ $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ]	蓄热系数 $S$ (周期 24h)[ $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ]	比热容 $C$ [ $\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ ]	蒸汽渗透系数 $\mu$ [ $\text{g}/(\text{m} \cdot \text{h} \cdot \text{Pa})$ ]
	胶合板	600	0.17	4.57		0.0000225
	软木板	300	0.093	1.95	2.51	0.0000255*
		150	0.058	1.09	1.89	0.0000285*
	纤维板	1000	0.34	8.13	1.89	0.0001200
		600	0.23	5.28	2.51	0.0001130
	石棉水泥板	1800	0.52	8.52	1.05	0.0000135*
	石棉水泥隔热板	500	0.16	2.58	1.05	0.0003900
	石膏板	1050	0.33	5.28	1.05	0.0000790*
	水泥刨花板	1000	0.34	7.27	2.01	0.0000240*
		700	0.19	4.56	2.01	0.0001050
	稻草板	300	0.13	2.33	1.68	0.0003000
	木屑板	200	0.065	1.54	2.10	0.0002630
5	松散材料					
5.1	无机材料					
		1000				
	锅炉渣	1000	0.29	4.40	0.92	0.0001930
	粉煤灰	900	0.23	3.93	0.92	
	高炉炉渣	600	0.26	3.92	0.92	0.0002030
	浮石、凝灰石	300	0.23	3.05	0.92	0.0002630
	膨胀蛭石	200	0.14	1.79	1.05	
	膨胀蛭石	200	0.10	1.24	1.05	
	硅藻土	200	0.076	1.00	0.92	
	膨胀珍珠岩	120	0.07	0.84	1.17	
	膨胀珍珠岩	80	0.058	0.63	1.17	
5.2	有机材料					
	木屑	250	0.093	1.84	2.01	0.0002630
	稻壳	120	0.06	1.02	2.01	
	干草	100	0.047	0.83	2.01	
6	其他材料					
6.1	土壤					
	夯实粘土	2000	1.16	12.99	1.01	
		1800	0.93	11.03	1.01	
	加草粘土	1600	0.76	9.37	1.01	
		1400	0.58	7.69	1.01	
	轻质粘土	1200	0.47	6.36	1.01	
	建筑用砂	1600	0.58	8.26	1.01	
6.2	石材					
	花岗岩、玄武岩	2800	3.49	25.49	0.92	0.0000113
	大理石	2800	2.91	23.27	0.92	0.0000113
	砾石、石灰岩	2400	2.04	16.03	0.92	0.0000375
	石灰岩	2000	1.16	12.56	0.92	0.0000600
6.3	卷材、沥青材料					
	沥青油毡、油毡纸	600	0.17	3.33	1.47	
	沥青混凝土	2100	1.05	16.39	1.68	0.0000075
	石油沥青	1400	0.27	6.73	1.68	
		1050	0.17	4.17	1.68	0.0000075
6.4	玻璃					
	平板玻璃	2500	0.76	10.69	0.84	
	玻璃钢	1800	0.52	9.25	1.26	
6.5	金属					
	紫铜	8500	407	324	0.42	
	青铜	8000	64.0	118	0.38	
	建筑钢材	7850	58.2	126	0.48	
	铝	2700	203	191	0.92	
	铸铁	7250	49.9	112	0.48	

注：①围护结构在正确设计和正常使用条件下，材料的热物理性能计算参数应按本表直接采用。

②有附表 4.2 所列情况者，材料的导热系数和蓄热系数计算值应分别按下列两式修正：

$$\lambda_c = \lambda \cdot a$$

$$S_c = S \cdot a$$

式中  $\lambda$ 、 $S$ ——材料的导热系数和蓄热系数，应按本表采用；

$a$ ——修正系数，应按附表 4.2 采用。

③表中比热容  $C$  的单位为法定单位，但在实际计算中比热容  $C$  的单位应取  $\text{W} \cdot \text{h}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ ，因此，表中数值应乘以换算系数 0.2778。

④表中带 \* 号者为测定值。

导热系数  $\lambda$  及蓄热系数  $S$  的修正系数  $a$  值

附表 4.2

序号	材料、构造、施工、地区及使用情况	$a$
1	作为夹芯层浇筑在混凝土墙体及屋面构件中的块状多孔保温材料（如加气混凝土、泡沫混凝土及水泥膨胀珍珠岩等），因干燥缓慢及灰缝影响	1.60
2	铺设在密闭屋面中的多孔保温材料（如加气混凝土、泡沫混凝土、水泥膨胀珍珠岩、石灰炉渣等），因干燥缓慢	1.50
3	铺设在密闭屋面中及作为夹芯层浇筑在混凝土构件中的半硬质矿棉、岩棉、玻璃棉板等，因压缩及吸湿	1.20
4	作为夹芯层浇筑在混凝土构件中的泡沫塑料等，因压缩	1.20
5	开孔型保温材料（如水泥刨花板、木丝板、稻草板等），表面抹灰或与混凝土浇筑在一起，因灰浆渗入	1.30
6	加气混凝土、泡沫混凝土砌块墙体及加气混凝土条板墙体、屋面，因灰缝影响	1.25
7	填充在空心墙体及屋面构件中的松散保温材料（如稻壳、木屑、矿棉、岩棉等），因下沉	1.20
8	矿渣混凝土、炉渣混凝土、浮石混凝土、粉煤灰陶粒混凝土、加气混凝土等实心墙体及屋面构件，在严寒地区，且在室内平均相对湿度超过 65% 的采暖房间内使用，因干燥缓慢	1.15

常用薄片材料和涂层蒸汽渗透阻  $H_c$  值

附表 4.3

材料及涂层名称	厚度 (mm)	$H_c$ $m^2 \cdot h \cdot Pa/g$
普通纸板	1	16
石膏板	8	120
硬质木纤维板	8	107
软质木纤维板	10	53
三层胶合板	3	227
石棉水泥板	6	267
热沥青一道	2	267
热沥青二道	4	480
乳化沥青二道	—	520

续表

材料及涂层名称	厚度 (mm)	$H_c$ $m^2 \cdot h \cdot Pa/g$
偏氯乙烯二道	—	1240
环氧煤焦油二道	—	3733
油漆二道（先做油灰嵌缝、上底漆）	—	640
聚氯乙烯涂层二道	—	3866
氯丁橡胶涂层二道	—	3466
玛瑙脂涂层一道	2	600
沥青玛瑙脂涂层一道	1	640
沥青玛瑙脂涂层二道	2	1080
石油沥青油毡	1.5	1107
石油沥青油纸	0.4	333
聚乙烯薄膜	0.16	733

附录五 窗墙面积比与外墙允许  
最小传热阻的对应关系

单层钢窗和单层木窗 附表 5.1

地区	外墙 类型	朝向	窗墙面积比			
			0.20	0.25	0.30	0.35
北   京	I	S W、E N	最小传热阻			0.53
			0.56	0.66		
	II	S W、E N	最小传热阻			0.62
			0.63	0.77		
京	III	S W、E N	最小传热阻			0.69
			0.69	0.86		
	IV	S W、E N	最小传热阻			0.75
			0.75	0.96		

注：①粗实线以上最小传热阻系指按式（4.1.1）计算确定的传热阻。这时，窗墙面积比应符合第 4.4.5 条一款的规定。当窗墙面积比超过这一规定时，外墙采用的传热阻不应小于粗实线以下的数值。

②表中外墙的最小传热阻未考虑按第 4.1.2 条规定的附加值。

双层钢窗和双层木窗 附表 5.2

地区	外墙类型	朝向	窗墙面积比			
			0.20	0.25	0.30	0.35
沈阳、呼和浩特	I	S W、E N	最小传热阻			0.70
			0.70	0.73		
	II	S W、E N	最小传热阻			0.74
			0.74	0.78		
哈尔滨	I	S W、E N	最小传热阻			0.87
			0.83	0.94		
	II	S W、E N	最小传热阻			0.96
			0.93	1.03		
乌鲁木齐	I	S W、E N	最小传热阻			0.67
			0.76	0.80		
	II	S W、E N	最小传热阻			0.75
			0.85	0.90		
	III	S W、E N	最小传热阻			0.82
			0.93	1.00		
	IV	S W、E N	最小传热阻			0.89
			1.00	1.09		

注：本表注与附表 5-1 注相同。

## 附录六 围护结构保温的经济评价

### (一) 围护结构保温的经济性

围护结构保温的经济性可用其经济传热阻进行评价。

### (二) 围护结构的经济传热阻

围护结构（系指外墙和屋顶）的经济传热阻，应按下式计算：

$$R_{0,E} = \sqrt{\frac{24D_{di}}{PE_I \lambda_I m}} (PB + CM + rmM) \quad (\text{附 6.1})$$

式中  $R_{0,E}$ ——围护结构的经济传热阻 ( $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ )；

$D_{di}$ ——采暖期度日数 ( $^{\circ}\text{C} \cdot \text{d}/\text{an}$ )，应按本规范附录三附表 3.1 采用；

$B$ ——供暖系统造价 (元/W)；

$C$ ——供暖系统运行费 [元/(an·W)]；

$m$ ——采暖期小时数 (h/an)；

$M$ ——回收年限 (an)；

$r$ ——有效热价格 [元/(W·h)]；

$P$ ——利息系数；

$E_I$ ——保温层造价 (元/ $\text{m}^3$ )；

$\lambda_I$ ——保温材料导热系数 [ $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ]。

### (三) 围护结构保温层的经济热阻和经济厚度

围护结构保温层的经济热阻和经济厚度应分别按下式计算：

$$R_{I,E} = R_{0,E} - (R_i + \Sigma R + R_e) \quad (\text{附 6.2})$$

$$\delta_{I,E} = R_{I,E} \cdot \lambda_I \quad (\text{附 6.3})$$

式中  $R_{I,E}$ ——保温层的经济热阻 ( $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ )；

$\delta_{I,E}$ ——保温层的经济厚度 (m)；

$\lambda_I$ ——保温材料导热系数 [ $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ]；

$R_{0,E}$ ——围护结构经济传热阻 ( $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ )；

$\Sigma R$ ——除保温层外各层材料的热阻之和 ( $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ )；

$R_i$ 、 $R_e$ ——分别为内、外表面换热阻 ( $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ )。

### (四) 不同材料、不同构造围护结构的经济性

不同材料、不同构造围护结构的经济性，可用其单位热阻造价进行比较，造价较低者较经济。单位热阻造价应按下式计算：

$$Y = \sum_{i=1}^n E_i \delta_i / R_{0,E} \quad (\text{附 6.4})$$

式中  $Y$ ——围护结构单位热阻造价 [元/( $\text{m}^2 \cdot \text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ )]；

$E_i$ ——第  $i$  层材料造价 (元/ $\text{m}^3$ )；

$\delta_i$ ——第  $i$  层材料厚度 (m)；

$R_{0,E}$ ——围护结构经济传热阻 ( $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ )；

$n$ ——围护结构层数。

附录七 法定计量单位与习用非法定计量单位换算表

法定计量单位与习用非法定计量单位换算表

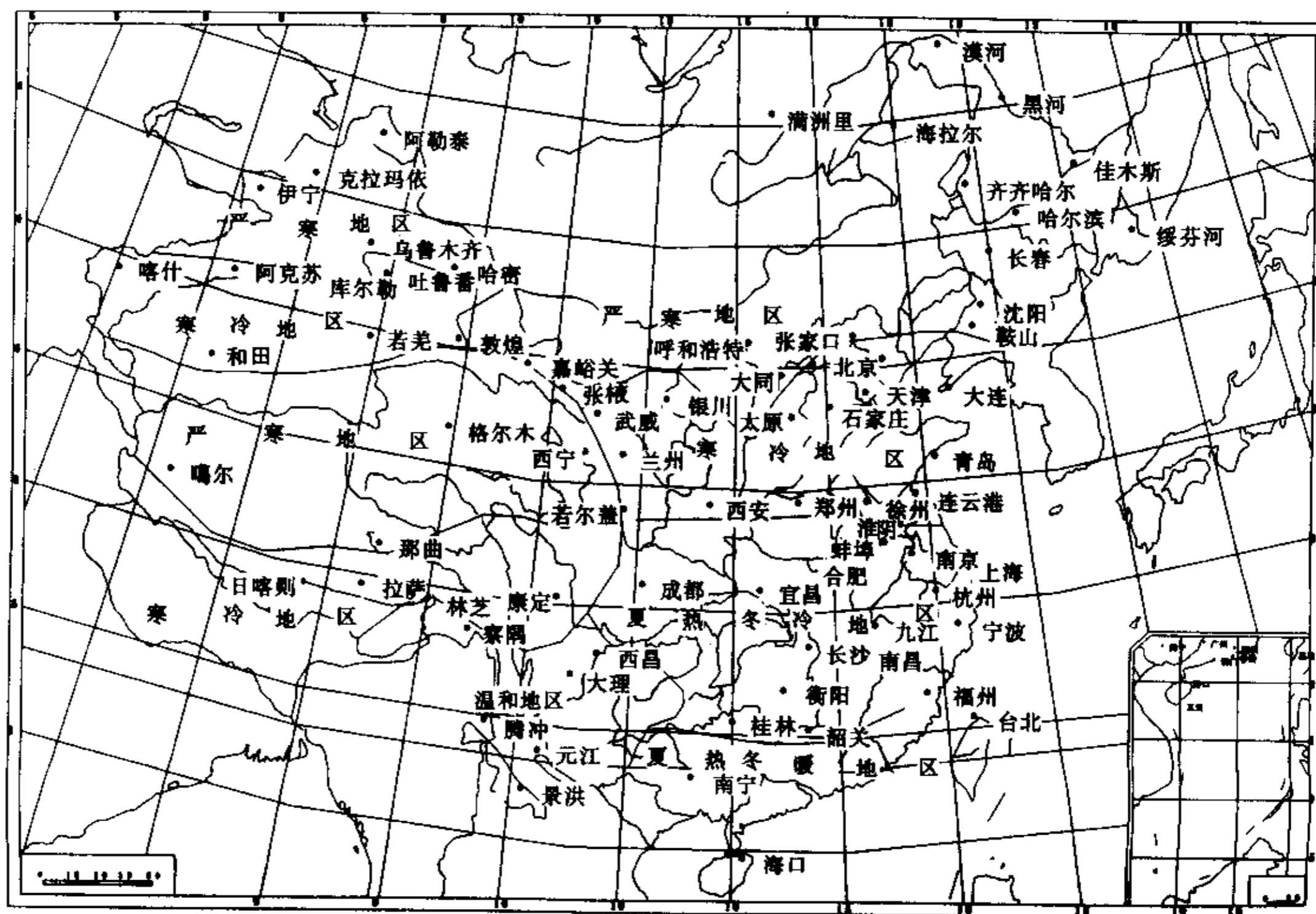
附表 7.1

量的名称	法定计量单位		非法定计量单位		单位换算关系
	名称	符号	名称	符号	
压强	帕斯卡	Pa	毫米水柱	mmH <sub>2</sub> O	1mmH <sub>2</sub> O = 9.80665Pa
	帕斯卡	Pa	毫米汞柱	mmHg	1mmHg = 133.322Pa
功、能、热	千焦耳	kJ	千卡	kcal	1kcal = 4.1868kJ
	兆焦耳	MJ	千瓦小时	kW·h	1kW·h = 3.6MJ
功率	瓦特	W	千卡每小时	kcal/h	1kcal/h = 1.163W
比热容	千焦耳每千克开尔文	kJ/(kg·K)	千卡每千克摄氏度	kcal/(kg·℃)	1kcal/(kg·℃) = 4.1868kJ/(kg·K)
热流密度	瓦特每平方米	W/m <sup>2</sup>	千卡每平方米小时	kcal/(m <sup>2</sup> ·h)	1kcal/(m <sup>2</sup> ·h) = 1.163W/(m <sup>2</sup> )
传热系数	瓦特每平方米开尔文	W/(m <sup>2</sup> ·K)	千卡每平方米小时摄氏度	kcal/(m <sup>2</sup> ·h·℃)	1kcal/(m <sup>2</sup> ·h·℃) = 1.163W/(m <sup>2</sup> ·K)
导热系数	瓦特每米开尔文	W/(m·K)	千卡每米小时摄氏度	kcal/(m <sup>2</sup> ·h·℃)	1kcal/(m <sup>2</sup> ·h·℃) = 1.163W/(m <sup>2</sup> ·K)
蓄热系数	瓦特每平方米开尔文	W/(m <sup>2</sup> ·K)	千卡每平方米小时摄氏度	kcal/(m <sup>2</sup> ·h·℃)	1kcal/(m <sup>2</sup> ·h·℃) = 1.163W/(m <sup>2</sup> ·K)
表面热系数	瓦特每平方米开尔文	W/(m <sup>2</sup> ·K)	千卡每平方米小时摄氏度	kcal/(m <sup>2</sup> ·h·℃)	1kcal/(m <sup>2</sup> ·h·℃) = 1.163W/(m <sup>2</sup> ·K)
太阳辐射照度	瓦特每平方米	W/m <sup>2</sup>	千卡每平方米小时	kcal/(m <sup>2</sup> ·h)	1kcal/(m <sup>2</sup> ·h) = 1.163W/m <sup>2</sup>
蒸汽渗透系数	克每米小时帕斯卡	g/(m·h·Pa)	克每米小时毫米汞柱	g/(m·h·mmHg)	1g/(m·h·mmHg) = 0.0075g/(m·h·Pa)

注：①比热容、传热系数、导热系数、蓄热系数、表面换热系数等法定计量单位中的 K(开尔文)也可以用℃(摄氏度)代替。

②比热容的法定计量单位 kJ/(kg·K)，但在实际计算中比热容的单位应取 W·h/(kg·K)，由前者换算成后者应乘以换算系数 0.2778。

附录八 全国建筑热工设计分区图



附加说明

本规范主编单位、参加单位和  
主要起草人名单

主编单位：中国建筑科学研究院  
参加单位：西安冶金建筑学院  
浙江大学  
重庆建筑工程学院  
哈尔滨建筑工程学院  
南京大学  
华南理工大学  
清华大学

东南大学  
中国建筑东北设计院  
北京市建筑设计研究院  
江南省建筑设计院  
湖北工业建筑设计院  
四川省建筑科学研究所  
广东省建筑科学研究所  
主要起草人：杨善勤 胡 磷 蒋鑑明 陈启高  
王建瑚 王景云 周景德 沈韞元  
初仁兴 许文发 李怀瑾 毛慰国  
朱文鹏 张宝库 林其标 甘 桢  
陈庆丰 丁小中 李焕文 杜文英  
白玉珍 王启欢 张廷全 韦延年  
高伟俊